

المملكة المغربية

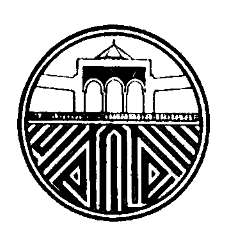
جامعة محمد الخامس

منشورات كلية الآداب والعلوم الإنسانية بالرباط

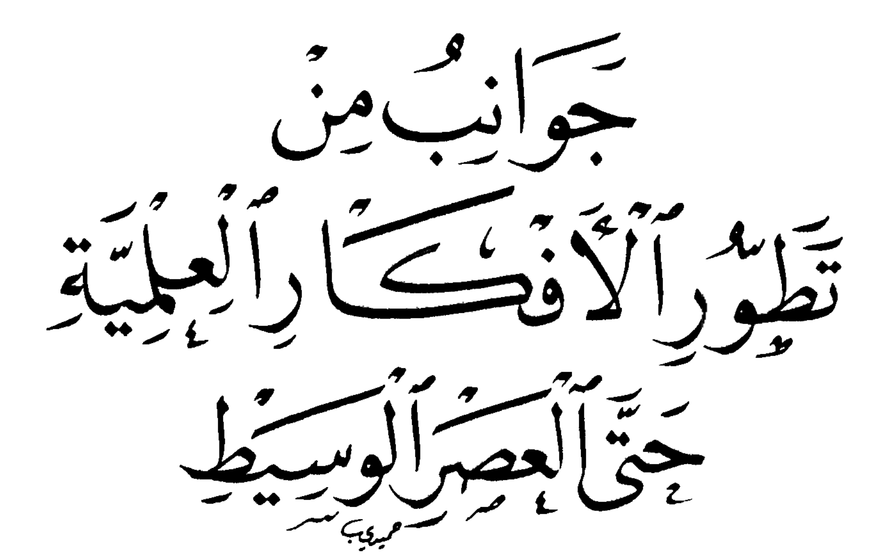
سلسلة: ندوات ومناظرات رقم 83

جوانب من تطور الأفكار العلمية حتى العصر الوسيط

تنسيق: عبد السلام بن ميس



منشورات كلية الآداب والعلوم الإنسانية بالرباط
سلسلة : ندوات ومناظرات رقم 83



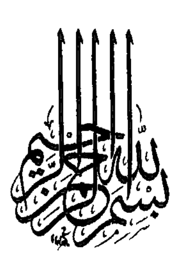
تنسيق: عبد السلام بن ميس

الكتـــاب : جوانب من تطور الأفكار العلمية حتى العصر الوسيط (مائدة مستديرة)
سلســلة : ندوات ومناظرات.
النــاشر : منشورات كلية الآداب والعلوم الإنسانية بالرباط.
الغــلاف : إعداد عمر أفا.
الخطـــوط : بلعيد حميدي.

الطبـــع : مطبعة النجاح الجديدة – الدارالبيضاء.
ردمـك : 9981-59-032-0
رقم التصنيف الدولي : 1113/0377
رقم الإيداع القانوني : 2000/1043
الطبعـــة الأولى : 2000

طبع هذا الكتاب بدعم من برنامج التعاون
بين كلية الآداب ومؤسسة كونراد أديناور

جوانب من تطور الأفكار العلمية حتى العصر الوسيط


بسم الله الرحمن الرحيم

المحتويات

تقديم

بعد طرح السؤال «كيف يؤرخ للعلم ؟» ومحاولة الإجابة عنه في الاجتماع المنعقد حول مائدة مراكش (نونبر 1994)، وبعد التناظر والنقاش الخصب حول «التأويل والتفسير في العلم» (مراكش يناير 1996)، ارتأت مجموعة البحث في تاريخ العلوم وفلسفتها تدشين سلسلة جديدة من الموائد العلمية تخصص لممارسة التأريخ الفعلي للعلم. وفي هذا الإطار انعقد بمراكش اجتماعان دراسيان : الأول في فبراير 1997 والثاني في فبراير 1998. وكلاهما تناول جوانب مختلفة من تطور الأفكار العلمية في العصرين القديم والوسيط.

وفي هذا الكتاب يجد القارئ مجموعة العروض التي تم تقديمها في الاجتماعين معا. بعضها تناول قضايا في تاريخ العلوم البرهانية (المنطق والرياضيات) وبعضها الآخر تناول قضايا مختلفة تنتمي إلى ميداني فلسفة اللغة وفلسفة العلوم. هذا وقد وردت هذه العروض بهذا الكتاب مرتبة حسب العصور التاريخية من جهة وحسب عمومية أو خصوصية العرض من جهة ثانية. وقد طبقت هذه المعايير على القسمين الفرنسي والعربي كل على حدة. وقد يلاحظ القارئ الكريم صعوبة الالتزام بهذه المعايير نظرا لتداخلها.

نتمنى أن تقدم مجموعة البحث في تاريخ العلوم وفلسفتها من خلال هذا الكتاب خدمة لكل الذين يهتمون بتاريخ العلوم وفلسفة العلوم. ونتمنى أن تثير المقالات الواردة فيه أسئلة ونقاشات من شأنها إغناء البحث العلمي ببلادنا.

المنسق : عبد السلام بن ميس

محاولة حول نظرية المكان عند أفلاطون

عبد النبي مخوخ
كلية الآداب ـــ الجديدة

تقـديـم :

تكتسي دراسة نظرية المكان عند أفلاطون أهمية خاصة يمكن إجمال أهم عناصرها كما يلي :

أ ـــ إذا كان أرسطو قد بسط نفوذه على الفكر البشري لمدة تزيد على 17 قرناً، فإن مؤسسي العلم الحديث بدءا من غاليلي Galilée قد أعادوا الإعتبار لأفلاطون بل لقد ذهب بعض مؤرخي العلم إلى اعتبار هيمنة فكر أرسطو على حساب أفلاطون سببا رئيسيا في تعثر الفكر العلمي وتأخر إكتشاف قوانين العلم الحديث. فكويري A. Koyré مثلا يرد الإنجازات العلمية الهائلة التي حققها غاليلي إلى الجهود التي بذلها من أجل ترييض الواقع منتصرا بذلك لأفلاطون على حساب أرسطو. فـ«إذا كان غاليلي، يقول كويري، يصارع فلسفة أرسطو، فذلك لفائدة فلسفة أخرى ينضوي تحت رايتها ألا وهي فلسفة أفلاطون»[1]. كما أكد تانري Paul Tannery أن مشروع غاليلي لترييض الطبيعيات لم يكن ليتم لو لم يستلهم الفلسفة الأفلاطونية ولو لم يقطع مع فيزياء أرسطو الكيفية وخصوصا مع تصوره للحركة[2].

ب ـــ ومن جهة ثانية، يعتبر أفلاطون أول فيلسوف أخضع المكان لبحث فلسفي حقيقي وبالتالي كان أول من حاول صياغة نظرية متكاملة حول المكان.

---

(1) A. Koyré, **Etudes Galiléennes**, Hermann, Paris, 1980, p. 213

(2) P. Tannery, «Galilée et les principes de la dynamique». **Revue générales des sciences**, T. 12. 1901, pp 330 - 338.

ولقد انتبه تلميذه أرسطو لهذه الحقيقة فكتب يقول : «لقد صرح الجميع بأن المحل هو شيء ما لكنه [أفلاطون] الوحيد الذي حاول أن يقول ما هو»(3).

ج ــ وأخيرا تحتل نظرية المكان مكانة متميزة في نظام أفلاطون الفلسفي إن لم أقل أنها تشكل عموده الفقري. فكما أن مكان أفلاطون يشكل واقعا متوسطا يصل عالم المثل بعالم الكون والفساد فإن نظرية المكان الأفلاطونية تصل الفلسفة الأولى بالطبيعيات أي أنها تجمع بين الميتافيزيقي والرياضي والفيزيائي بل والأسطوري أيضا إلى درجة تسمح باعتبارها خيطا هاديا لدراسة فلسفة أفلاطون برمتها.

وبالرغم من أهميتها تلك، فإن نظرية المكان عند أفلاطون لم تستقطب اهتمام الباحثين العرب نهائيا. إننا، على حد معرفتي، لا نتوفر على أية دراسة عربية خاصة بالموضوع إلى حد الآن في حين أن الكتب العربية التي ألفت حول أفلاطون وهي في مجملها قليلة وذات طابع تعليمي غالبا ما اكتفت بإشارات عابرة للموضوع. ويمكن، في اعتقادي، تفسير هذه الوضعية بصعوبة وتعقيد دراسة فلسفة أفلاطون عموما ونظريته حول المكان خصوصا. ولإبراز حجم هذه الصعوبة نكتفي بالإشارة إلى بعض مظاهرها.

أ ــ لقد استقطبت فلسفة أفلاطون عامة إهتمام عدد هائل من الباحثين قديما وحديثا. ففي هذا القرن فقط أثارت هذه الفلسفة جدالا حادا أفرز مواقف مختلفة بل ومتعارضة أحيانا ناهيك عن المشاكل التي لازالت عالقة والتي لا يمكن تقديم حلول نهائية لها كمشكل مساهمة سقراط في مؤلف أفلاطون ومشكل تصنيف المحاورات إلخ... ولقد أدت هذه الوضعية بأحد الباحثين الأفلاطونيين المرموقين راي J. Chaix-Ruy إلى القول : «ربما ليست هناك فلسفة لازالت غير معروفة لدينا أكثر من فلسفة أفلاطون»(4).

ب ــ تتفق كل الدراسات الأفلاطونية على التأكيد على كون فلسفة أفلاطون تتسم بالغموض والاضطراب بل وبالتناقض أحيانا. فالدكتور عبد الرحمن بدوي

---

(3) أرسطو، **الفيزياء. السماع الطبيعي**. ترجمة عبد القادر قنيني، إفريقيا الشرق، الدار البيضاء ــ بيروت، 1998، ص 104.

(4) J. Chaix-Ruy, **Pour connaître la pensée de Kant**, Paris, Bordas, 1966, p. 3

مثلا يؤكد أن كلام أفلاطون يعاني من «مشكلة عدم التحديد... أو التناقض والوقوع في أقوال متعارضة»[5]. وتنعكس هذه السمة مباشرة على نظرية المكان الأفلاطونية بحيث نجدها تفتقد للإنسجام المطلوب : لقد عرض أفلاطون هذه النظرية في محاورة الطيماوس Timée عرضا لا يخلو من غموض وإضطراب دفع دوهيم P. Duhem إلى القول «سيخيب ظننا لا محالة إذا حاولنا البحث عن تتمة منطقية ودقيقة لنظرية المكان والمحل التي يقترحها علينا الطيماوس»[6]. وإضافة إلى ذلك، نجد بعض الإشارات العابرة لهذه النظرية في محاورات أخرى كفيدون Phédon والجمهورية République والقوانين Lois والإبينوميس Epinomis وهي إشارات لا تتوافق دائما مع ما ورد في الطيماوس.

ج ــ بالرغم من وفرة النصوص الأفلاطونية التي تتناول موضوع المكان في إرتباطه الوثيق مع مفاهيم أخرى كمفاهيم المادة والصور إلخ.. فإنها لا تقدم أجوبة نهائية عن جملة من الاستفهامات التي يفرضها الموضوع. وعملا على تجاوز هذه المعضلة، غالبا ما يلجأ الباحثون الأفلاطونيون إلى ما رواه أرسطو عن أفلاطون. غير أن الكلام المنسوب لأفلاطون من قبل أرسطو المستند إلى المحاضرات التي ألقاها أفلاطون بالأكاديمية في أواخر حياته، غالبا ما يزيد الوضعية تعقيدا إذ لا ينسجم دائما مع المواقف الأفلاطونية الواردة في المحاورات[7].

د ــ تتفق معظم الدراسات الأفلاطونية على إعتبار الفلسفة الأفلاطونية فلسفة توفيقية تركيبية. غير أن هذا التوجه الذي ساهم بدون شك في الإضطراب الذي

---

(5) عبد الرحمن بدوي، **أفلاطون**، وكالة المطبوعات، الكويت، دار القلم، لبنان، 1979، ص 172، أنظر أيضا ص 165.

(6) P. Duhem, **Le système du monde, Histoire des doctrines cosmologiques de Platon à Copernic,** Hermann, Nouveau tirage, Tome 1, p. 18.

(7) في سياق حديثه عن مصادر دراسة نظريتي المادة والصور عند أفلاطون كتب الدكتور عبد الرحمن بدوي يقول : «ومصدرنا في هذا كله أرسطو وحده. والواقع أن أرسطو في روايته لكلام أفلاطون في صدد المادة ــ كما هي الحال أيضا فيما يتعلق بالصور ــ قد غالى كثيرا في بعض النواحي ولم يكن صادقا في عرضه لبعض الآراء، كما أنه حاول مرارا عدة أن يفهم أقوال أفلاطون على أساس مذهبه الخاص، فكانت نتيجة هذا أنه شرح كثيرا من الآراء الأفلاطونية، ولذا لا يحق لنا أن نعتمد عليه كثيرا، على الأقل في هذا الصدد»، **أفلاطون**، ص 173.

يطبع فلسفة أفلاطون يفرض على الدارس الأفلاطوني الإلمام بالتوجهات الفكرية السابقة وهي مهمة في منتهى الصعوبة والتعقيد بسبب المشاكل العادية المرتبطة بالفكر اليوناني ما قبل السقراطي.

اعتبارا لهذه الأسباب، فضلت أن أعنون هذا العرض بـ«محاولة حول نظرية المكان عند أفلاطون» مع التأكيد على أن هذه المحاولة ليست مجرد عرض لأفكار وردت متناثرة حول الموضوع بل حرصت على إضفاء نوع من الإنسجام عليها معتبرة ذلك إجراءا ضروريا لفهم وتمثل الموضوع، ومن ثمة، فإنها قراءة لا تخلو تأويله ولا يمكنها بالتالي أن تدعي الموضوعية المطلقة.

I ـــ نظرية الوجود عند أفلاطون :

ترتبط نظرية المكان عند أفلاطون إرتباطا وثيقا بنظرية الوجود. وكما هو معروف، يميز أفلاطون في هذه النظرية بين عالمين : عالم المثل والعالم المحسوس. فماذا يقصد أفلاطون بكل واحد منهما ؟ ما العلاقة القائمة بينهما ؟ وأخيرا ماذا يقصد أفلاطون بالمكان وما هي علاقته بهما ؟

1 ـــ عالم المثل :

يفترض أفلاطون وجود عالم آخر فوق «قبة السماء» ينعته بنعوت مختلفة منها عالم المثل وعالم الصور والعالم الحقيقي والعالم المعقول والنموذج. يشتمل هذا العالم على كائنات عقلية يسميها أفلاطون بالصور أو المثل أو الأفكار ويعتبرها «كنه الوجود الحقيقي والتي لا تتعرض على مر الزمان إلى شيء من التغير، يبقى كل منها هو ما هو دائما، له نفس ما له من صور... لا تتغير ولا تقبل التحول بتاتا»(8). وبناءا عليه، يتمتع عالم المثل بوجود حقيقي مستمد من ثباته وبقائه دوما على حالة واحدة. وباعتباره كذلك فإنه يشكل موضوع العلم الحقيقي «إن الجوهر الموجود حقيقة غير ذي اللون والشكل وغير المحسوس، الذي يدركه العقل وحده... وهو الجوهر الذي يكون موضوعا لكل معرفة حقيقية، إنما يوجد في

(8) Platon, **Oeuvres complètes**, Traduction nouvelle et notes par Léon Robin avec la collaboration de M.J. Moreau, Paris; Gallimard, 1950, 2 Tomes, **Phédon**, T. 1, p.
سنعتمد هذه الطبعة في كل الإحالات اللاحقة لأعمال أفلاطون.

هذا المكان ـــ فوق قبة السماء ـــ»[9].

لقد شكلت طبيعة الأفكار موضوع عالم المثل أبرز مشكل إستوقف الباحثين الأفلاطونيين منذ القدم. ففي سياق عرضه لنظرية الأفكار الأفلاطونية، أكد أرسطو على ضرورة هذه الأخيرة لقيام معرفة علمية، حقيقية ويقينية[10]. غير أنه اعتبر تلك الأفكار مفاهيم عامة ومجردة تنطوي على الخصائص المشتركة بين الكائنات الجزئية أو بعبارة أدق اعتبرها كليات ناجمة عن إستقراء المحسوس. ولتدعيم موقفه هذا يقرر أرسطو أن أفلاطون استقى هذا التوجه من أستاذه سقراط الذي كان يبحث عن تعريفات للحكمة والفضيلة والشجاعة إلخ. إعتمادا على «مجابهة الأفكار ومقارنة الأمثلة»[11].

والحقيقة أن هذا التأويل الأرسطي لطبيعة الأفكار الأفلاطونية لا يخلو من تعسف بل إنه محاولة لقراءة الموضوع من خلال تصوره الخاص. صحيح، لقد إعتمد أفلاطون على المنهج السقراطي غير أنه لا يمكن، بأي حال من الأحوال، رد منهجه إلى مجرد منهج إستقرائي واعتبار الأفكار الأفلاطونية بالتالي أفكارا بعدية مشتقة من معطيات الحساسية. ولتوضيح طبيعة تلك الأفكار نقترح التوقف قليلا عند تصوره لطبيعة الحقائق الرياضية.

يؤكد أفلاطون أن صدق الحقائق الرياضية لا يتوقف على مطابقتها للواقع. إنها تحتفظ «بطبائعها الحقيقية والثابتة» حتى لو لم تتحقق في الواقع. ويوضح أفلاطون تصوره القبلي هذا لطبيعة المفاهيم الرياضية بمناسبة حديثه عن مفهوم التساوي في محاورة فيدون إذ يميز بين التساوي وتساوي الأشياء المادية (تساوي الأعمدة وتساوي الأحجار مثلا). فإذا كان التساوي في ذاته تساويا تاما ومطلقا فإن تساوي الأشياء هو تساوي تقريبي لا يرقى إلى مستوى كمال الأول. وبناءا عليه، فإن التساوي في ذاته غير مشتق من الأشياء المتساوية بل إنه مفهوم عقلي قبلي. غير أن هذه الأخيرة ليست عديمة الأهمية بل إنها تشكل مناسبة لإثارة أو تذكر

---

(9) Platon, Phèdre, T. II, p. -

(10) Aristote, Métaphysique, A6 987a et M4 1078b

(11) Aristote, **Ibid**

ذلك المفهوم الذي نعتمده بدوره لتمثل الأشياء والحكم عليها[12]. وأخيرا، يؤكد أفلاطون أن ما قيل عن مفهوم التساوي ينطبق على المفاهيم الرياضية الأخرى كمفاهيم الأكبر والأصغر بل وعلى كل المفاهيم الأخرى المشتملة على حقيقتها في ذاتها كمفاهيم الخير والجمال والعدل إلخ...[13].

2 ــ العالم المحسوس :

في مقابل عالم المثل، يتكلم أفلاطون عن عالم محسوس يصطلح على تسميته بعالم الكون والفساد. ويتمتع هذا العالم بطبيعة وخصائص مختلفة تماما بل ومتعارضة مع طبيعة وخصائص العالم الأول. فإذا كان هذا الأخير عالما معقولا فإن الأول عالما محسوسا لاشتماله على كائنات حسية. وإذا كان عالم المثل عالما ثابتا وبالتالي حقيقيا وموضوعا للمعرفة العلمية اليقينية فإن العالم المحسوس عالما متغيرا باستمرار ومن ثمة فهو يتمتع بوجود أقل واقعية ويشكل موضوعا للمعرفة الحسية الظنية. وأخيرا إذا كان عالم المثل عالم أزلي أبدي فإن العالم المحسوس عالما خاضعا للكون والفساد.

وبالفعل، لقد أكد أفلاطون، في مناسبات كثيرة، على كون العالم المحسوس عالما حادثا. ففي الطيماوس مثلا يقرر ذلك بالقول «إنه مرئي وملموس ويشتمل على جسم. غير أن جميع الأشياء من هذا النوع هي أشياءا محسوسة وقد اتضح أن جميع الأشياء المحسوسة التي يدركها الرأي المستند على الإحساس هي من نوع الصيرورة وخاضعة للنشأة»[14]. غير أن ذلك لا يعني أن العالم نشأ في الزمان لأن الكون والزمان متساوقان. وإذا كان العالم المحسوس عالما حادثا فهو بالضرورة معلولا لعلة : «إنه من الضروري، يقول أفلاطون، أن يوجد هناك كائنا يشكل علة صيرورة كل ما يصير ذلك أنه في غياب هذه العلة لاشيء يمكنه إمتلاك الصيرورة»[15]. والواضح أن هذه العلة لا يمكن أن تكون علة مادية لأن ظاهرة طبيعية ما لا يمكن أن تكون علة لمجموع الظواهر الطبيعية. وعليه، فإن هذه العلة

(12) Platon, Phédon, T. I, 74-75, pp. 790-791

(13) Platon, Ibid, 75d, p. 992

(14) Platon, Timée, T. II, 28bc, p. 444

(15) Ibid, 28a, p. 443

هي بالضرورة علة عاقلة. إنها الله الذي ينعته أفلاطون بعدة نعوت كالصانع والأب. (Fabricateur, Auteur, Ouvrier)

غير أن عملية صنع العالم لم تتم بطريقة عشوائية بل تمت بـ«اعتماد» صورة الخير التي يعتبرها أفلاطون أسمى وأرقى الصور على الإطلاق : «لنعرض إذن، يقول أفلاطون، للسبب الذي جعل الصانع يكون الصيرورة وهذا العالم بأكمله. لقد كان خيرا... وأراد أن يصبح كل شيء مثله تقريبا وقدر الإمكان»(16). بل لقد ذهب أفلاطون إلى حد اعتبار صورة الخير العلة العاقلة الأولى الشيء الذي أربك الباحثين الأفلاطونيين وأدى النقاش الذي دار حولها إلى بروز موقفين متعارضين : لقد ذهب البعض إلى اعتبار صورة الخير مرادفا للصانع نفسه ونذكر، من بين هؤلاء، الدكتور عبد الرحمن بدوي الذي يرى أن صورة الخير هي «أخيرا العلة الأولى أو الاله»(17) في حين ذهب البعض الآخر إلى اعتبار الصانع مجرد وسيط بين صورة الخير والعالم المحسوس ونذكر من بين هؤلاء راي Ruy الذي يعبر عن موقفه بالقول «إذا واصلنا السير في الطريق الذي اخترناه فإن الصانع يبدو لنا بدوره كوسيط أو حد ثالث بين فكرة الخير والعالم المحسوس»(18).

ومن جهة أخرى، لقد صنع الصانع هذا العالم من مادة أولية وجملة من العناصر. وبذلك فإن إله أفلاطون ليس بخالق خلق هذا العالم من عدم ولكنه مجرد صانع شبيه بالمهندس الذي يتلخص دوره في تنظيم المواد المتوفرة لديه وفق نموذج محدد. فماذا يقصد أفلاطون بتلك المادة الأولية وبتلك العناصر التي صنع منها هذا الكون ؟

أ ـــ المادة الأولية :

لقد افترض أفلاطون وجود مادة أولية إلى جانب الصور الثابتة. والحقيقة، أن أفلاطون لا يحدد ماهية هذه المادة بالدقة المطلوبة. يكتفي بالقول أنها وجدت منذ الأزل وغير قابلة للتحديد. ولذلك ينعتها في الطيماوس بـ«اللامحدود» وهي كلمة

---

(16) Ibid, 29c, p. 445

(17) عبد الرحمن بدوي، **أفلاطون، مرجع سابق**، ص 179

(18) J. Chaix-Ruy, **Pour connaître la pensée de Platon**, p. 263

تعني، على حد تعبير عبد الرحمن بدوي، أن ليس لها «قوام خاص، وإنما هي عدم تعين مطلق خالص. فليس لها من ناحية الكم أو من ناحية الكيف أي شيء تتميز به وتتعين»[19].

وبالفعل، يعتبر أفلاطون هذه المادة بمثابة خليط من المواد المتنوعة والمتفاوتة الوزن كان يتحرك منذ الأزل «بدون نظام ولا ترتيب». ولقد أدت هذه الحركة العشوائية إلى عزل الجزيئات المكونة لتلك المادة بعضها عن بعض حسب وزنها أي أدت إلى عزل العناصر بعضها عن بعض. ويشبه أفلاطون عملية الإفراز تلك بما يحدث في المنسف وفي كل الآلات التي تستعمل لتنقية الحبوب حيث يتم عزل هذه الأخيرة عن البقايا الأخرى بواسطة التحريك العشوائي لتلك الآلات. وبعد أن عزلت العناصر بعضها عن بعض استقر كل واحد منها في محل محدد إلى أن قرر الصانع تكوين العالم فقسمها إلى أجزاء محدودة العدد وأضفى عليها أشكالا محددة أيضا وفق ما يقتضيه مبدأ الأفضل[20].

وإعتبارا لما سلف يبدو أنه من الممكن جدا القول أن المادة الأولية الأفلاطونية ليست شيئا آخرا غير العناصر في حالتها الأولى أي في حالة تناثر وتداخل أجزائها. ومن ثمة، نفهم جيدا وبسهولة لماذا سماها أفلاطون بـ«مولدة الصيرورة»[21].

ب ـــ العنـــاصـــر :

يقصد أفلاطون إذن بالعناصر المواد الأولية التي استعملها الصانع في صنع هذا العالم. غير أننا نلمس إضطرابا واضحا عند أفلاطون على مستوى تحديد عدد هذه العناصر. فإذا كان يتكلم عن أربعة عناصر في الطيماوس فإنه يضيف عنصرا خامسا في محاولة الاپينوميس Epinomis[22].

---

(19) عبد الرحمن بدوي، **أفلاطون، مرجع سابق**، ص 171.

(20) Platon, Timée, 52c, 53, pp. 472-473

(21) **Ibid**, 52d, p. 472

(22) تعني كلمة Epinomis «تكملة القوانين» الشيء الذي يؤكد أنها كتبت بعد محاورة القوانين Lois أو النواميس على حد تعبير الفلاسفة العرب القدماء. ولقد ذهب مؤرخو الفكر اللذين استندوا إلى موقف ديوجين اللاييرسي Diogène de Laerte إلى نسبة هذه المحاورة إلى تلميذ أفلاطون دوبونت Philippe d'oponte. وخلافا لذلك، تميل الدراسات الأفلاطونية الحديثة إلى نسبة هذه المحاورة لأفلاطون مستندة في ذلك على عدة اعتبارات أهمها التشابه القائم بين =

في المحاورة الأولى، يؤكد أفلاطون على وجود أربعة عناصر وهي على التوالي التراب والنار والماء والهواء. ويفسر ضرورة وجود هذه العناصر كما يلي : يعتبر العالم المحسوس بطبيعته عالما ملموسا ومرئيا. ولكي يكون ملموسا يجب أن يشتمل على أجسام صلبة مكونة أساسا من مادة التراب ولكي يكون مضيئا يجب أن يشتمل على مادة مضيئة وهي النار. وعليه، فإن عنصري التراب والنار يشكلان عنصران أوليان في تشكيل العالم. غير أن إرادة الله في تكوين عالم جميل ومتسق أملت ضرورة إدخال عناصر أخرى تتوسط وتربط التراب بالنار ألا وهي عنصرا الماء والهواء[23]. ولتحديد نسب العنصران الأخيران اعتمد أفلاطون على حساب النسب المتوسطة[24].

أما في محاورة الايبينوميس فقد أضاف أفلاطون عنصرا خامسا ألا وهو الأثير. وهذا ما يقرره صراحة بالقول «... وبما أننا ميزنا بين خمسة أنواع من الأجسام فيجب القول أنها على التوالي النار والماء والهواء والتراب والأثير...»[25]. وتجدر الإشارة إلى أن أفلاطون كان قد استعمل كلمة أثير في الأعمال السابقة لكن ليس بمعنى عنصر مادي أولي. ففي محاورة الطيماوس مثلا يعرفه بالقول : «وكذلك بالنسبة للهواء : إن ألمع ما فيه تلقي اسم أثير والأكثر إضطرابا هو ضباب وظلام»[26].

والحقيقة أن إضافة هذا العنصر الخامس كان يروم حل مشكلة أساسية أفرزها التحديد الرباعي للعناصر الواردة في الطيماوس. ففي هذه المحاورة حاول أفلاطون تحديد الأشكال الهندسية للعناصر بالإعتماد على هندسة الوجوهيات المنتظمة

= أسلوبها وأسلوب **القوانين**. غير أن هذا الموقف لازال يثير شكوكا ويواجه باعتراضات لا تخلو من وجاهة كفقر مضمونه وضعف بنائه الشيء الذي دفع روبان L. Robin أحد مترجمي أعمال أفلاطون إلى اللغة الفرنسية إلى تصنيف هذه المحاورة ضمن المحاورات المشكوك في نسبتها لأفلاطون. **Oeuvres complètes**, note n° 1, p. 1610

(23) Platon, **Timée**, T. II, 32b, p. 447

(24) نحسب النسبة المتوسطة بين كميتين t و f (t تشير هنا للتراب و f للنار) بواسطة المعادلة t/x = x/t. ولتحديد قيمة x نعتمد المعادلة t.f = x.

(25) Platon, **Epinomis**, T. II, 981bc, p. 1146

(26) Platon, **Timée**, 58d, p. 480

Géometrie des polyèdres réguliers. وكما هو معروف، تقول هذه الهندسة بوجود خمسة وجوهيات منتظمة لا غير وهي الرباعي الأوجه Tétraède والثماني الأوجه Octaèdre والمكعب Cube وذي العشرين وجها Icosaèdre وأخيرا المنظم ذي الإثني عشرة وجها Dodécaèdre. وبناء عليه، استخلص أفلاطون وجود تناسب بين هذه الأشكال والعناصر. فالمكعب يتناسب مع عنصر التراب ذلك أن هذا الأخير هو أكثر العناصر ثباتا وأقلها حركية تماما كما أن المكعب هو أكثر الوجوهيات ثباتا لتوفره على وجوه مربعة. أما الرباعي الأوجه فيتناسب مع النار لكونها تشكل العنصر الأكثر حركية تماما كما أن الرباعي الأوجه هو أكثر الوجوهيات حركية لتوفره فقط على أربعة وجوه مثلثة. وأخيرا فإن المنتظمين الثماني الأوجه وذي العشرين وجها يتناسبان مع عنصري الماء والهواء لأنهما يتوسطان التراب والنار من حيث الحركية كما أن الشكلين المناسبين لهما يتوسطان المكعب والرباعي الأوجه من حيث الثبات[27].

يكشف هذا التحديد الوارد في الطيماوس عن وجود تفاوت بين عدد الأشكال وعدد العناصر ذلك أن المنتظم ذي الاثنا عشرة وجها ظل دون عنصر مقابل الشيء الذي عرقل مشروع الربط الكلي لفيزياء العناصر بهندسة الوجوهيات المنتظمة. ومن ثمة يتضح أن إضافة عنصر الأثير في الإبينوميس والذي اعتبره أفلاطون عنصرا متناسبا مع المنتظم ذي الإثنا عشرة وجها هو حلا للمشكل السالف الذكر الذي ظل عالقا في الطيماوس الشيء الذي يسمح باستخلاص أن محاورة الأبينوميس هي، من هذا المنظور على الأقل، إستمرار للطيماوس.

وأخيرا إذا تقرر وجود خمسة عناصر تدخل في تكوين العالم المحسوس فإنها خاضعة للتغير المستمر. فالماء مثلا يتحول إلى تراب بالتكاثف وإلى هواء بالتبخر إلخ... ولذلك يؤكد أفلاطون أنه لا يمكن أن نتحدث عن العناصر في ذاتها كأن نقول مثلا أن الماء هو الماء بل إنها مجرد كيفيات سرعان ما تتحول إلى كيفيات أخرى. ومن جهة أخرى، يقرر أفلاطون أن كل هذه العناصر تدخل في تكوين الجسم غير أن ما يحدد طبيعته أو فرديته هو العنصر الغالب في تكوينه[28].

(27) **Ibid**, 54-56, pp. 475-477

(28) Platon, **Epinomis**

وهكذا، فإن العنصر الغالب في تكوين الأجسام الصلبة هو التراب والعنصر الغالب في تكوين الأجسام المضيئة كالكواكب مثلا هي النار والعنصرين الغالبين في تكوين الأجسام الشفافة هما الهواء والأثير وأخيرا فإن العنصر الغالب في تكوين الأجسام الرخوة هو الماء.

ج ـ خصائص عالم الكون والفساد :

يتمتع عالم الكون والفساد عند أفلاطون بجملة من الخصائص أهمها :

ج 1 ـ **إنه دائري الشكل** : يؤكد أفلاطون أن الصانع أضفى على العالم المحسوس شكلا دائريا. ويلخص الأسباب الداعية لذلك بالقول : «إن الشكل الذي يمكن أن يتناسب مع الحي المشتمل في ذاته على الكائنات الحية هو ذلك الشكل الذي يتضمن في ذاته كل الأشكال الموجودة فيه... إنه الشكل الأكثر كمالا والمماثل كلية لذاته..»[29]. يتعلق الأمر بسببين أساسيين إثنين : فمن جهة تشتمل الدائرة في ذاتها على كل الأشكال الأخرى (أي يمكن أن ترسم داخلها) ومن جهة أخرى تعتبر الدائرة الشكل الأكثر كمالا لأنها مماثلة لذاتها.

ولقد ترتبت نتيجتين أساسيتين عن هذا التحديد. فمن جهة، يؤكد أفلاطون أن الحركة التي تتناسب مع هذا العالم هي الحركة الدائرية. فمن بين كل الحركات الأخرى تعتبر هذه الأخيرة الحركة الأكثر كمالا لأنها لا نهائية. ومن جهة أخرى، يؤدي هذا التحديد حتما للقول بنهائية هذا العالم لكون الدائرة نهائية ومغلقة بطبيعتها.

ج 2 ـ **إنه عالم حي** : خلافا للموقف الطبيعي الذي كان يختزل الطبيعة في المادة البادية للعيان، يعتبر أفلاطون أن عالم الكون والفساد كائن حي ينعم بحياة حقيقية مصدرها الآلهة والأرواح التي تحكمه. ولإثبات وجود هذه الكائنات يقدم أفلاطون عدة أدلة أهمها مبدأ الأفضل وبرهان الحركة. فمن جهة، يؤكد أفلاطون أن إرادة الصانع في صنع أحسن عالم ممكن اقتضت إحلال أرواح عاقلة في الأجسام. وهذا ما يوضحه بقوله «وبمقتضى هذا الحساب، وضع العقل في الروح ثم أحل الروح في الجسم وشيد العالم بشكل يسمح بتحقيق الإنتاج الأكثر

Platon, Timée, 32b, p. 448 (29)

جمالا وجودة في الطبيعة. وهكذا إذن، وحسب إستدلال محتمل، يجب القول أن هذا العالم الحي والمتمتع في الحقيقة بروح وعقل صار بفضل العناية الإلهية»[30]. ومن جهة أخرى يميز أفلاطون بين حركة بذاتها وأخرى بغيرها. فإذا كانت هذه الأخيرة تتوقف على قوة خارجية فإن الحركة بذاتها أو حركة الجسم الذاتية تقتضي وجود قوة داخلية أو محرك ذاتي لا يمكن أن يكون شيئا آخرا غير الروح.

وبالإضافة للأرواح الجزئية الحالّة بالأجسام الفردية يتكلم أفلاطون عن روح كلية أو روح العالم. وتعتبر الفقرة 34c من الطيماوس أهم مناسبة وضح فيها أفلاطون طبيعة هذه الروح وكيفية تشكلها حيث يقول «من الواقع الذي لا يتجزأ والذي يبقى دوما على حال واحد ومن ذلك الذي، عكس الأول، يتجزأ ويخضع للصيرورة والمتجسد في الأجسام، صنع الله بالمزج بينهما صنفا ثالثا من الواقع يتوسطهما... لقد أخذ إذن الحدود الثلاثة السالفة الذكر ومزجها كلها في جوهر واحد...» ألا وهو الروح[31]. وكما أشار إلى ذلك روبان L. Robin يعتبر هذا النص أحد النصوص الأفلاطونية الأكثر تعقيدا وخضوعا للتأويلات المختلفة.

أعتقد من جهتي أنه بالإمكان تقريب هذا النص من الأذهان باللجوء إلى علم فلك أفلاطون ذلك أن هذا الأخير ربط روح العالم بالمدارين الخارجيين للعالم. ولتفسير كيفية تكونهما يعتبر أفلاطون أن الصانع أخذ الجوهران اللذان اعتبرهما الفيثاغوريون مصدر كل شيء أي جوهر المتشابه والغير القابل للقسمة وجوهر اللامتشابه والقابل للقسمة فمزجهما وصنع منهما جوهرا ثالثا يتوسطهما ثم صنع من هذه الجواهر الثلاثة روح العالم التي تشكل مبدأ الحياة والحركة في الكون. لقد قسم الله بعد ذلك هذه الروح حسب الطول إلى قسمين ثم رتب هذين القسمين على شكل الحرف X فلوى ذراعي الحرف إلى أن حصل على دائرتين لهما مركز مشترك بحيث تشكل الواحدة المدار الخارجي للكون والأخرى مداره الداخلي أي فلك البروج ودائرة الإستواء. وعلى إثر ذلك، أعطى الصانع لكل دائرة حركة منتظمة حول نفسها. ويسمي أفلاطون حركة المدار الخارجي بحركة جوهر المتشابه وحركة المدار الداخلي بحركة جوهر اللامتشابه كما يؤكد أن الحركة

---

(30) **Ibid**, 30b, p. 445

(31) - **Ibid**, 35a, p. 450

الأولى تتم في إتجاه اليمين في حين أن الثانية تتم في إتجاه اليسار[32].

وأخيرا، يعتبر أفلاطون هاتين الحركتين الأساسيتين في الكون مع التأكيد على كون حركة المدار الخارجي هي الحركة الأهم والأقوى بحيث تنقل إلى السماء برمته وتتحكم في حركات كل الأجسام الموجودة فيه. وبما أن هذه المدارات نجمت وتعبر عن روح العالم فإن هذه الأخيرة هي علة الحركة في الكون الشيء الذي يسمح بإستنتاج أن روح العالم هي علة عاقلة متوسطة بين المعقول والمحسوس لكنها تغطي هذا الأخير برمته وتتحكم فيه.

ج 3 ــ **إنه كائن واحد** : خلافا للموقف الذري الذي يقول بوجود عدد لا محدد من العوالم، يعتبر أفلاطون عالم الكون والفساد عالما واحدا بالرغم من تعدد وتنوع كائناته. وهذا ما يؤكد عليه بالقول «ولهذا السبب، إنه ليس بإثنين ولا بعدد لا نهائي من العوالم التي صنعت من طرف الصانع ولكنه أتى للوجود بصفته وحيدا من نوعه وسيبقى دوما كذلك»[33]. أما السبب المشار إليه فيرجع إلى كون هذا العالم مجرد صورة للنموذج الواحد. ومن ثمة، فإن صورة الواحد لا يمكن أن تكون كثرة بل يجب أن تكون بالضرورة واحدة.

* * *

حاولت، إلى حد الآن، عرض المعالم الأساسية لنظرية الوجود الأفلاطونية وهي نظرية تقوم أساسا على التمييز بين عالمين متعارضين من حيث الطبيعة والخصائص : عالم المثل وعالم الكون والفساد. فإذا كان الأول عالما معقولا فإن الثاني عالما محسوسا. وإذا كان العالم الأول عالما ثابتا فإن الثاني عالما متغيرا جديرا بنعت الصيرورة وإذا كان الأول عالما واقعيا وحقيقيا فإن الثاني يتمتع بواقعية وحقيقة مشتقتين لكونه مجرد صورة للأول وإذا كان العالم الأول عالما أزليا أبديا فإن الثاني حادثا وفاسدا إلخ...

ويستنتج من ذلك أن الأمر يتعلق بعالمين متقابلين ومفارقين لبعضهما البعض. غير أن هذا التقابل لا ينفي الإتصال ذلك أن عالم الكون والفساد يشارك عالم المثل أو هو صورة أو تقليد له كما أسلفنا الذكر ومعلوم أن التقليد لا يمكنه أبدا

(32) **Ibid**

(33) **Ibid**, 31b, 446

الرقي إلى مستوى النموذج المقلد. ولذلك لا يمكن إعتبار العالم المعقول مجرد أمثلة للعالم المحسوس كما بدى للبعض بدءا من أرسطو. فعلى العكس من ذلك تماما، يشكل العالم المعقول أصل العالم المحسوس بينما هذا الأخير هو مجرد تجسيد ناقص بالضرورة للأول. ومن ثمة، يمكن أن نسم هذه النظرية بالمثالية الواقعية. إنها مثالية لكونها ترد المحسوس للمعقول وواقعية لأنها تعترف، مع ذلك، بواقعية ما للمحسوس، واقعية مشتقة من واقعية المعقول.

II ــ المكان عند أفلاطون :

لم يكتف أفلاطون بالتمييز بين هذين العالمين المتقابلين من حيث الطبيعة والخصائص بل أضاف إليهما كائنا ثالثا ألا وهو المكان : «وبالفعل، يقول أفلاطون، ميزنا بين نوعين من الكائنات. والآن يجب أن نعتبر أيضا نوعا ثالثا. إن الكائنين الأولين كانا كافيين لكلامنا السابق : فالأول كان ينتمي، على سبيل الافتراض، لمصاف النموذج والمعقول ويبقى دائما هو هو أما الثاني فكان تقليدا للنموذج، مرئيا وخاضعا للصيرورة... لكن يبدو أن تتابع الكلام قادنا الآن بالرغم منا إلى نوع من الكائنات معقد وغامض يجب أن نعمل على توضيحه»[34]. وأعتقد، من جهتي، أن محاولة توضيح هذا الكائن المعقد والغامض تقتضي العمل على تقديم أجوبة واضحة على الأسئلة المحددة التالية :

1 ــ لماذا إضافة المكان ككائن ثالث ؟
2 ــ ما هي طبيعة وخصائص هذا المكان ؟
3 ــ كيف يمكننا التعرف على هذا المكان ؟

1 ــ لماذا إضافة المكان ككائن ثالث ؟

لتفسير ضرورة إضافة المكان ككائن ثالث أو لإثبات وجوده ككائن مستقل عن العالمين المعقول والمحسوس يعتمد أفلاطون على ثلاثة أدلة أساسية ألا وهي دليل الوجود ودليل الحركة المحلية ودليل التحول المستمر للعناصر. فمن جهة يؤكد أفلاطون أن عبارة «الوجود في» تفرض القول بوجود المكان ذلك أن كل ما هو موجود يوجد بالضرورة في مكان ما وما «لا يشغل محلا ولا يوجد على الأرض

(34) Ibid, 48c, 49a, p. 467

ولا في السماء لا يوجد بالمرة»[35]. ومن جهة أخرى يعتبر أفلاطون أن كل الأجسام «تتحرك دوما بحركة محلية. إنها تبدأ بالوجود في محل ما ثم تتوقف عن التواجد به بعد ذلك»[36]. وبناء عليه، فإن الحركة المحلية باعتبارها تواجدا للجسم بمحل ما ثم مغادرته تفرض القول بوجود المكان ككائن مستقل عن الأجسام. وإذا كان المحل كذلك فإنه لا يندرج ضمن عالم الكون والفساد لأنه يحتضنه كما لا يندرج ضمن العالم المعقول لأن هذا الأخير لا يحتضن الأجسام. ومن ثمة فإن المحل يندرج بالضرورة ضمن كائن ثالث ألا وهو المكان. وأخيرا، كما سبقت الإشارة لذلك فإن الأجسام بل والعناصر المولدة لها خاضعة لتحول مستمر إلى درجة أن الحدود هذا وذاك لا تنطبق عليها. غير أن هذا التحول لابد وأن يتم في مكان ما يجب أن يكون مستقلا عن العناصر ومتميزا عنها بثباته ومن ثمة جدير بأن ينعت بالحدود هذا وذاك.[37]

2 ــ طبيعة وخصائص المكان عند أفلاطون :

يعترف أفلاطون بكون مكانه يتمتع بطبيعة خاصة، معقدة وصعبة التحديد. ولمحاولة توضيح تلك الطبيعة نجده يلجأ دوما إلى مقارنة المكان مع العالمين الآخرين بهدف إبراز عناصر تميزه وبالتالي موقعه بالنسبة إليهما. يقرر أفلاطون في البداية أن أول خاصية محددة لطبيعة المكان هي «قبل كل شيء التالية : إنه إطار Receptacle أو كحاضنة Nourrice لكل الصيرورة»[38]. وقد ترجم حنين بن اسحق هذه العبارة بـ«الوالدة والمرضعة للكون»[39] وهي ترجمة لا تؤدي بدقة المعنى المقصود كما سنرى لاحقا.

---

(35) Ibid, 52b, p. 472

(36) Ibid.

(37) «أما بخصوص ذلك الذي تتحول فيه بإستمرار والذي [تحقق] فيه تجلياتها الفردية ثم تتلاشى فيه فهو وحده الذي يجب أن ننعته بإعتماد الكلمات هذا وذاك» Ibid, 50a, p. 469.

(38) - Ibid, 49a, p. 467

(39) **أفلاطون في الإسلام**، نصوص حققها وعلق عليها الدكتور عبد الرحمن بدوي، دار الأندلس، بيروت، لبنان، الطبعة الثالثة، 1982، «جوامع كتاب «طيماوس» في العلم الطبيعي لجالينوس»، إخراج حنين بن إسحق، ص 98.

يفيد هذا التحديد الأولي أن المكان إطارا أو حاضنة للوجود الشامل بما في ذلك عالم الكون والفساد المشتمل على كائنات متحولة باستمرار. غير أنه يتمتع بوجود مستقل عن تلك الكائنات بحيث أنه يوجد سواء وجدت أم لا. ولتوضيح طبيعة هذا الإطار من خلال علاقته بالأجسام يقدم أفلاطون بعض الأمثلة.

لنفترض، يقول أفلاطون، أن أحدا صنع من مادة الذهب قطعا من كل الأشكال واستمر في تحويل هذه القطع المشكلة إلى قطع ذات أشكال أخرى. فإذا سأل شخص ما عن ماهية قطعة من تلك القطع فمن المؤكد أنه سيتلقى الجواب التالي : «إنه ذهب». وبالفعل، يضيف أفلاطون، لا يجب إعتماد أشكال تلك القطع لتقديم تعريف لها لأنها دائمة التحول. ومن ثمة يستخلص أفلاطون «أن هذا الكلام ينطبق أيضا على الطبيعة التي تستقبل كل الأجسام، يجب تسميتها دوما بنفس الإسم. إنها بطبيعتها الخاصة لا تتردد [في إستقبال الأجسام]. وبالفعل إنها تستقبل دوما كل الأشياء... ولا تتخذ، بأي حال من الأحوال، شكلا من الأشكال»(40). وربما لأن الذهب مادة صلبة تقاوم التشكل، يعود أفلاطون لتشبيه هذا الإطار بشمع رخو تنطبع عليه الكائنات باعتبارها تقليدا للجواهر الأبدية أو كأنها بصمات لهذه الأخيرة.

وإذا تقرر أن الحاضنة هي بمثابة شمع رخو تطبع عليه الكائنات فيجب أن تكون لا متعينة، عديمة الشكل Amorphe وخالية من جميع أنواع الكائنات تماما كما أن السطح الذي يمكن للنحات أن ينحت عليه نحتا بارزا هو السطح الأملس الخالي من كل الأشكال وتماما كما أن السائل المعد لصنع العطور يكون خاليا من كل رائحة قبل إضافة المادة المعطرة إليه. ومن ثمة يستخلص أفلاطون «يجب أن نقول إن الأم [إ] والإطار(41) ليست بتراب ولا هواء ولا نار ولا ماء كما أنها ليست بأي شيء مصنوع من هذه الأجسام ولا بأي شيء صنعت منه هذه الأجسام

(40) - Platon, **Timée**, 50bc, p. 469

(41) في الفقرة 50d يشبه أفلاطون النموذج بالأب والإطار بالأم والجسم بالإبن. وخلافا لمنطوق هذا النص يذهب حنين بن إسحق إلى القول بأن أفلاطون شبه المكان بالابن : «ثم إنه عاد إلى وصف ذلك وتكلم في استحالة الأرض والنار والماء والهواء بعضهم إلى بعض. وسمى الشيء الذي يعمها جميعا، الباقي عند استحالتها : الوالدة والمرضعة للكون. وقال أنها موضوعة منذ أول الأمر مستعدة كيما (تنال) شبهها للأب» (**أفلاطون في الإسلام**، ص 98).

نفسها. إننا لا نخطىء إذا صرحنا أنه نوع من الكائنات لا مرئي وعديم الشكل، يستقبل كل شيء ويشارك المعقول بكيفية مربكة ولا يتم الإمساك به بسهولة»[42].

يتضح جليا إذن أن هذا التحديد لطبيعة الإطار ينطوي على مفارقة كبيرة. فمن جهة، تترك الأمثلة المقترحة الانطباع بأن الأمر يتعلق بكائن مادي لا متعين بل قد نعتقد أن الأمر يتعلق بالمادة الأولية نفسها التي تعرضنا لها سابقا. ويبدو أن ترجمة حنين بن اسحق المشار إليها آنفا قصدت تأدية هذا المعنى إذ أن «الوالدة والمرضعة للكون» لا يمكن أن تكون إلا مادية. ومن جهة أخرى، تنفي الخلاصة التي توصل إليها أفلاطون هذا الإنطباع نفيا قاطعا إذ تؤكد صراحة على لا مادية هذا الإطار. وكما أكد على ذلك مورو J. Moreau أن الحل الوحيد الممكن لهذه المعضلة يكمن في القول أن إطار أفلاطون هو، في نهاية المطاف، امتداد حسب الطول والعرض والعمق[43]. وتأسيسا على ذلك، ذهب بعض الباحثين الأفلاطونيين كميلهو G. Milhaud وروبان L. Robin إلى القول بإمكانية رد التصور الديكارتي للمادة إلى التصور الأفلاطوني للإطار[44]. غير أنه، إذا كان وجه الشبه قائما بين التصورين فإن أفلاطون لم يرفع الإطار إلى مستوى الجوهر في حين يعتبر ديكارت الإمتداد جوهر المادة.

وتتأكد هذه الخلاصة إذا اعتبرنا موقف أفلاطون من مشكل ملأ وخلاء المكان. لقد تبنى أفلاطون بشأن هذا المشكل موقفا توفيقيا فريدا من نوعه. فمن جهة، يتفق أفلاطون مع الذريين على القول بالخلاء لكنه خلاء المكان اللانهائي الموجود فوق قبة السماء. وهذا ما يؤكد عليه أفلاطون بالقول «إنه من الضروري أن يكون ما هو ليس في الأرض ولا في أي مكان في السماء لا شيئا». ومعلوم أن اللاشيء أو اللاوجود عند أفلاطون كما عند الذريين لا يقل وجودا عن الشيء أو الوجود. ومن جهة أخرى يتفق مع القائلين بالملأ إذ يؤكد أن مكان عالم الكون والفساد مكانا مملوءا بجزيئيات ذات أشكال وجوهية تشكل المادة الأولية «المولدة» للعناصر والأجسام.

---

(42) Platon, **Timée**, 51a, p. 470

(43) J. Moreau, **L'âme du monde de Platon aux Stoiciens**, Paris, Les belles lettres, 1939, p. 19

(44) G. Milhaud, **Les philosophes géomètres de la grèce**, p. 292 et L. Robin : physie de Platon, p. 29

لقد نجمت عن هذا التحديد نتيجتان أساسيتان : فمن جهة يؤكد أفلاطون أن كل الحركات التي تتم في هذا المكان المملوء هي حركات دائرية تتخذ شكل دوامات. ولقد وضح أفلاطون كيفية تشكل هذه الحركات بمناسبة حديثه عن التنفس إذ قال «بما أنه ليس هناك قط فراغ حيث يمكن لجسم ما أن يدخل وينتقل وبما أن التنفس يخرج منا وينتقل فإنه يظهر جليا للجميع أن ذلك التنفس لا يذهب في الفراغ لكنه يدفع ويحول الهواء المجاور له كما أن هذا الأخير يدفع بدوره الهواء المجاور له وهكذا دواليك. ونتيجة لذلك، تدفع كمية دائرية من الهواء نحو المكان الذي يخرج منه التنفس»[45]. ومن جهة أخرى، إذا كان المكان مملوءا بمادة أولية فإنه من الممكن القول أن أفلاطون يجعل من هذه المادة والمكان شيئا واحدا. وهذا ما يؤكد عليه أرسطو بالقول «يقول أفلاطون في الطيماوس أن الإمتداد والمادة هما نفس الشيء»[46]. لكن بما أن أفلاطون يصر في النص الذي قدمناه سابقا على التمييز بينهما معتبرا أن المكان إطارا لا ماديا وبالتالي منسجما ولا مرئيا في حين أن المادة الأولية مرئية وغير منسجمة فإننا لا نرى بديلا عن القول أن مكان عالم الكون والفساد هو مكان تشغله المادة دون أن يكون هو المادة نفسها أو هو امتداد حسب الطول والعرض والعمق. إنه، في النهاية، مكان هندسي مملوء بالمجسمات الهندسية الأفلاطونية.

وأخيرا، إن هذه الخلاصة لا تتوافق مع موقف دوهيم Duhem الذي إذ ينطلق من الإقرار بكون مكان أفلاطون امتداد ينتهي إلى نفي ذلك واعتباره إطارا فاعلا وليس فقط إطارا مستقبله شبيها بدول أرشيتاس Archytas de Tanente. فبعد أن عرض لنظرية المكان عند هذا خلص إلى القول : «نستخلص من نصوص أرشيتاس هذه ومن شروحات سابليسيوس Sinplicius أن أرشيتاس قال بوجود مكان مطلق لا يتوقف وجوده على وجود الأشياء. غير أن هذا الدخل لم يكن مكان الهندسيين ولا فراغ الذريين. لقد أضفى عليه حدا لا يمكن أن يقبله لا المكان الخالص ولا الفراغ. وبالإضافة إلى ذلك، اعتبره قادرا على الفعل في الأجسام المقيمة فيه. ومن ثمة فإن محل أرشيتاس

---

(45) **Ibid.**

(46) **Ibid.** 786, p 506.

لم يكن بدون شبه مع امتداد أفلاطون»[47] (Duhem. p. 45).

والحقيقة أن هذه الخلاصة تقوم على خلط واضح بين المكان والمادة الأولية بل وروح العالم أيضا، ومما يؤكد ذلك أن النص الوحيد الذي استدل به دوهيم على موقفه ذاك هو الفقرات 52 de و53 ab وهو نص يتناول المادة ولا يشير إلى المكان إطلاقا. كما أن كلمة «القوى» Puissances الواردة في النص تميل بوضوح إلى الجزئيات المكونة للمادة الأولية «وبما أن القوى التي كانت تملأها لم تكن متشابهة ولا ذات وزن متماثل»، والحال، لا يمكن أن نتحدث عن وزن للقوى.

3 ـــ كيف نعرف المكان ؟

في الحقيقة، لم يقدم أفلاطون جوابا شافيا عن هذا السؤال بل اكتفى بإشارة عابرة إليه في الفقرة 52 b من الطيماوس حيث يقول : «إنه يوفر [المكان] مقاما لجميع الأشياء الخاضعة للصيرورة. لا يدرك بالحس ويعرف بنوع من الإستدلال الهجين». فإذا كنا نتفهم جيدا إستحالة إدراك المكان حسيا لكونه كائنا لا ماديا أصلا فإننا لا نفهم المقصود بعبارة «الإستدلال الهجين». ومما لاشك فيه أن محاولة فهم هذه العبارة تحيلنا بالضرورة لنظرية المعرفة الأفلاطونية. فإذا كان أفلاطون قد ميز صراحة وفي مناسبات عدة بين نوعين من المعرفة : التعقل Intellection والرأي Opinion فإن من الممكن جدا رد المعرفة الأفلاطونية إلى أربعة أنواع : الإحساس والرأي والإستدلال والتعقل.

ينصب الإحساس على الكيفيات الحسية المتغيرة دوما. ولذلك، فإن المعرفة الحسية هي بدورها معرفة متغيرة باستمرار ومن ثمة فإنها لا ترقى إلى مستوى المعرفة العلمية. أما الرأي فهو خطوة متقدمة عن الإدراك الحسي من حيث أنه حكم على معطيات الحساسية. وبما أن هذه الأخيرة متغيرة فإن الرأي بدوره معرفة متغيرة وبالتالي لا علمية. وبالجملة، فإن المعرفة الحسية، سواء كانت إدراكا محضا للمحسوسات أم حكما عليها، هي معرفة نسبية ومتغيرة على الدوام. ولتأكيد طبيعة المعرفة الحسية يقدم أفلاطون أدلة أخرى لا يتسع المجال لعرضها. ومن هذا المنظور، يعتبر موقف أفلاطون إستمرارا لموقف هرقليطس Heraclite القائل بالتغير الدائم لكل المحسوسات.

(47) أرسطو، **الفيزياء**، ص. 104.

ومن ناحية ثانية، يعتبر أفلاطون الإستدلال إنشغال عقلي بالصور المجردة كالأعداد والأشكال الهندسية. أما التعقل فينصب على الماهيات أو المثل باعتبارها كائنات عقلية خالصة. وبما أن هذه الأخيرة جواهر ثابتة، لا تعرف تغيرا ولا فسادا، فإن التعقل يشكل أسمى معرفة على الإطلاق. إنه المعرفة العلمية، الحقيقية واليقينية بامتياز. ومن هذا المنظور، فإن أفلاطون يعارض موقف هرقليطس وينتصر لموقف خصومه في المدرسة الإيلية وعلى راسهم زينون Zenon وبارمنيدس Parménide.

انطلاقا من هذا التحديد الأخير لطبيعة المعرفة العقلية نستخلص أن الصور، موضوع الاستدلال، ليست كائنات عقلية خالصة وإلا كان الإستدلال تعقلا. إنها، خلافا للمثل، صور لمعطيات الحساسية الشيء الذي يسمح لنا بالقول أن العبارة الأفلاطونية «يعرف بنوع من الإستدلال الهجين» تعني ببساطة أن المكان يعرف بالإستدلال الهندسي. فإذا كان المكان كائن هندسي أو إمتداد حسب الطول والعرض والعمق فإنه يشكل موضوعا للإستدلال الهندسي. ومن ثمة يبرز نوع من التوازن التام بين الوضعين المعرفي والأنطولوجي للمكان. فإذا كان المكان كائنا يتوسط عالم المثل وعالم الكون والفساد فإن معرفة المكان أو «الإستدلال الهجين» معرفة تتوسط التعقل والمعرفة الحسية.

خاتمة :

يسمح هذا العرض باستخلاص جملة من الخلاصات أهمها :

1 ـــ أكدنا على كون كلام أفلاطون حول المكان لا يخلو من اضطراب وغموض بل ومن تناقض أيضا. ويمكن أن نرد تلك الوضعية بالأساس للهاجس التوفيقي الذي تحكم في بلورة تلك النظرية : لقد انطلق أفلاطون من اعتبار المكان كائنا ثالثا، إطارا مطلقا وضروريا للوجود الشامل. غير أن الحديث عن المكان الفيزيائي، مكان عالم الكون والفساد، أدى به إلى السقوط في تناقض، ظاهري على الأقل، ذلك أنه قدم بعض الأمثلة العادية للمكان تترك الانطباع بكونه يعتبره معادلا للمادة الأولية المرئية، الغير المندمجة والمتحولة باستمرار من جهة ومن جهة أخرى يؤكد، بصريح العبارة، بأنه كائنا لا مرئيا، منسجما وثابتا، ولقد بدا لنا، أن الحل الوحيد لهذه المعضلة يكمن في القول مع مجموعة من الباحثين الأفلاطونيين

المرموقين كـ G. Milhaud وL. Robin وJ. Moreau أن المكان الأفلاطوني ليس شيئا آخر غير الامتداد حسب الطول والعرض والعمق.

2 ــ وانطلاقا من هذا التحديد، يتضح جليا أن القراءة التي يقترحها دوهيم للمكان الأفلاطوني لا تخلو من تسرع إذ أنه وإن انطلق من اعتباره امتداد انتهى إلى القول بكونه إطارا فاعلا شبيها بمحل Archytas de Tarente الشيء الذي يكشف عن خلط واضح بين الإطار والمادة وروح العالم، وعليه، أعتقد، أن قراءة متأنية للموضوع تفرض التمييز بين هذه الكائنات الثلاثة ذلك أنه بالرغم من اشتراكها في جملة من الخصائص كالأزلية والامتداد فإنها تختلف من حيث الطبيعة والوظائف الشيء الذي يفرض بدوره التمييز بين ثلاث مستويات في التحليل: مستوى رياضي ومستوى فيزيائي وثالث ميتافيزيقي.

3 ــ خلافا للتقليد الذي سيتبلور، بدءا من أرسطو عمليا، والقاضي بإقامة توازن تام بين الزمان والمكان. فإن تصور المكان عند أفلاطون يختلف كلية عن تصوره للزمان إلى درجة لا يمكن معها الحديث عن نظرية أفلاطونية واحدة حول الزمان والمكان. فإذا كان أفلاطون يعتبر المكان كائنا ثالثا، ثابتا أزليا وأبديا إلخ... فإنه إذ يميز بين الأبدية والزمان اعتبر هذا الأخير زمانا نسبيا، حادثا لكن أبديا بـ«أبدية متجددة»، ومن ثمة يظهر أنهما يتمتعان بوضعين انطولوجيين مختلفين.

4 ــ وأخيرا، إذا كان العرض يترك الانطباع بكون نظرية المكان عند أفلاطون هي نظرية «أولية» من الوجهة العلمية فإنها شكلت الأرضية المؤسسة لنقاشات مثمرة لاحقة، فإذا كان أرسطو مثلا قد تمكن من بلورة نظرية حول المكان أكثر عمقا وتجانسا فلأنه استفاد، إن سلبا أو إيجابا، من تلك الأرضية.

المنطق في الفكر المغاربي القديم

عبد السلام بن مَيْس
كلية الآداب ـــ الرباط

مقـدمـة :

في هذا المقال ننوي حَمْل كلمة «منطق» على كل الأنشطة العقلية التي تشكل جزءا من أُورْكَانُون أرسطو المعروف. لهذا سوف نهتم، بالإضافة إلى الجانب البرهاني من المنطق، بالجدل والريطوريقا على الخصوص؛ لأن كثيرا من المثقفين المغاربيين القُدَامَى اشتغلوا بأكثر من جانب من جوانب المنطق بالمعنى العام.

أما مصطلح «مغاربي» فقد تَبَنَّيْنَاه لأغراض توضيحية فقط. ونقصد بالفكر المغاربي الإنتاج الثقافي الذي أفرزه سكان شمال إفريقيا باستثناء مصر. أما كلمة «قديم» في العنوان أعلاه فَتُحيل على الفترة المحصورة ما بين القرن 12 ق م والقرن 6م. وهي أطول الفترات التاريخية باعتبارها دامت تقريبا ثمانية عشر قرنا.

لماذا الاهتمام بالفكر المغاربي القديم ؟ لأن هذا الفكر غير مدروس بما فيه الكفاية، وقليلا ما يُثير اهتمام المتخصصين وخاصة مؤرخي العلوم. لقد تبين لنا ونحن نقرأ كتب تاريخ المنطق غياب الإحالات على النصوص التي ألفها مغاربيون قُدَامَى في ميدان المنطق، وأحيانا تُنسب هذه النصوص إلى كُتَّاب آخرين لَيْسُوا مغاربيين. لهذا وَدِدْنَا هنا إثارة انتباه القارىء المغاربي إلى إعادة الاعتبار لما يَزْخَرُ به تاريخه من إنتاج ثقافي سواء في ميدان الثقافة العامة أو في ميادين متخصصة مثل ميدان علم المنطق.

حول التأريخ للمنطق بشكل عام :

لِنُذَكِّر أولا بأن مادة «تاريخ المنطق» حديثة العهد نسبيا. إذ لم يبدأ الاهتمام بها إلا في منتصف القرن 19م. أما قبل ذلك فقد أُعْتُقد أنه ليس للمنطق أي

تاريخ مادام قد ظهر منذ أرسطو مكتملا. لكن، لمّا بدأ المنطق يتطور، مع بداية القرن 19م، أصبح منطق أرسطو مجرد مرحلة تاريخية في تطور المنطق بشكل عام. وبعد ذلك تم وضع تاريخ المنطق عند الغرب، وتاريخ المنطق عند الهنود، وتاريخ المنطق عند العَرَب، وغير ذلك. أما المنطق عند المغاربيين فلم يحظ بأي اهتمام.

مراحل تطور المنطق بشكل عام :

إذا استثنينا المنطق الهندي والمنطق الجدلي السابق على أرسطو، فيمكن القول إن المنطق مرّ بثلاث مراحل أساسية وهي :

1 ــ المرحلة القديمة وتبدأ بالقرن 4 ق م لتنتهي بالقرن 6م.

2 ــ المرحلة القروسطوية، وتبدأ بنهاية القرن 6م لتصل أوج تطورها في القرن 14م.

3 ــ المرحلة المعاصرة، وتبدأ ببداية القرن 19م. مع العلم أن بين هذه الفترات عصور جمود وشروح.

مراحل تطور المنطق القديم :

أما المنطق القديم، وهو الذي يهمنا هنا، فقد مر بمرحلتين أساسيتين :

أ ــ **مرحلة التأسيس** (من ق 4 ق م حتى ق 2م) : وهي التي تميزت بظهور وتطور أعمال أرسطوطاليس وتيوفراسط ثم أعمال الميغاريين (مثل : Eubulides وDiodorus وPhilo وStilopo) وأخيرا أعمال الرواقيين (مثل : Zeno وChrysippus).

ب ــ **مرحلة اللمسات الأخيرة والشروح** (من ق 2 ق م حتى القرن 6م) : وهي فترة حاول فيها المهتمون بالمنطق وضع اللمسات الأخيرة لهذا المبحث. ومن بين روادها أبوليوس المداوري (واضع مربع التقابلات) وفورفوريوس (صاحب إسياغوجي) وجالينوس (واضع الشكل الرابع من أشكال القياس) وبويتيوس (مطور نظرية القياس الافتراضي). أما شراح أرسطو في هذه الفترة فأهمهم الأسكندر الأفروديسي (ق 3م) وأهم شراح الرواقية سكتوس إمبريكوس وديوجين لايرتس (ق 3م). وفي هذه المرحلة الأخيرة، ظهرت أعمال المغاربيين القدامى في ميدان المنطق.

كيف انتقل المنطق اليوناني إلى شمال إفريقيا القديم :

ربط الأفارقة القدامَى علاقات وطيدة مع الإغريق منذ دخولهم إلى قوريبا سنة 631 ق م. ولم يقتصر تفاعلهم مع المغاربيين على قورينا، بل حصل أيضا بمدن أخرى نذكر منها على سبيل المثال العاصمة العلمية للمغرب الأقصى القديم كايصاريا والعاصمة العلمية للمغرب الأوسط القديم قرطاج. ولما سقطت هذه الأخيرة تحت سلطة الرومان سنة 146 ق م، توجه المغاربيون إلى الشرق الإغريقي، وفيه تعلّموا اللغة اليونانية والعلوم والفلسفة. ونذكر من بين هؤلاء الفيلسوف المغاربي هاسدروبال القرطاجي (ق 2 ق م). وحسب ديوجين، كتب هذا الفيلسوف حوالي أربعمائة كتاب كلها باللغة اليونانية(1). ولقد أصبح بعد ذلك الرحيل إلى أثينا لاستكمال الدراسة تقليدا علميا تبناه أغلب الطلبة المتخرجين من الجامعات المغاربية القديمة. وفي القرن الأول قبل الميلاد، استورد ملك المغرب، يوبا الثاني، مثقفين يونانيين من شتَّى الأصناف، وبذلك ازدهرت الكتابة باليونانية. وكان الملك يوبا نفسُه من أشهر كُتَّاب عصره(2). ومن بين هؤلاء الكاتب المغاربي القديم كورنوتوس اللبتي (Cornutus de Leptis : ق 1م) وفُرُونْطُو (Fronto : ق 2م) وأبوليوس (Apuleius : ق 2م) والامبراطور المغاربي سيفيروس (Severus : ق 2م).

منذ أن اختلط المغاربة باليونان (أي منذ سنة 631 ق م على الأقل) وهم يهتمون بالفلسفة والعلوم العقلية عامة. ومن المتداول تاريخيا أن أفلاطون زار قورينا، عاصمة ليبيا القديمة، بين 399 و396 ق م للالتقاء بالرياضي المشهور تيودور (Théodore) والذي ذكره أفلاطون في محاورة تِيَاتِيتُوس (Théétète)(3). يقدم أفلاطون هذا الرياضي على أساس أنه واضع الهندسة الفراغية(4). ومن المسائل التي ذكرها ديوجين أن سقراط وأفلاطون كانا على اتصال بالمفكرين

---

(1) Diogène L., **Vies des Philosophes**, IV, Cicero, **Acad**, II, 31-32

(2) Plutarque, **Serto**, 9, Miiller C. **Frag. Histor. graec**, pp. 465 sqq

(3) Platon, **Théétète**, 143c sqq. (pp. 57 sqq. de la traduction française d'Emile Chambry, G. Flammarion, 1967). Voir également Diogène L., **Vies...**, III, 6; Bousquet J. (1952), **Le Trésore de Cyrène a Delphes**, FD, II, p. 75.

(4) Platon, **Théétète**, 145 a et 145 d - e

القورينيين[5]. أما أرسطو فقد زار قرطاج واقتبس الكثير من دساتيرها. لكننا لا نعرف المدة التي مكثها هؤلاء الفلاسفة بشمال افريقيا القديم ولا ندري إلى أي حد كان تبادل الأفكار بينهم وبين مفكري شمال افريقيا القديم مُهِماً.

أضف إلى تلك اللقاءات الفردية اللقاءات الجماعية التي حصلت بين اليونان والمغاربيين القدامى، خاصة في عهد يوبا الثاني (ق 1 ق م ـــ ق 1م)، وأيضا بالمدارس الأثينية من خلال الطلبة المغاربة القادمين إلى أثينا قصد كسب العلم. ولقد نقل هؤلاء الطلبة كُتب الفلسفة والمنطق إلى بلدانهم، وترجموها من اليونانية إلى اللاتينية. ثم هناك أيضا احتكاك المفكرين المغاربيين بالمدرسة الرواقية مباشرة، باعتبار هذه الأخيرة تطورت بنفس المناطق الجغرافية التي كانوا جميعا يعيشون بها.

المنطق في الفكر المغاربي القديم :

كباقي الشعوب التي جاورت البحر الأبيض المتوسط، تداول المغاربيون القدامى مادة المنطق بكل أشكاله. وعايشوا تقريبا كل مراحل تطوره. بل وساهموا في وضع اللمسات الأخيرة لما يُسَمَّى اليوم بالمنطق القديم. وترجموا بعض أجزاء الأوركانون الأرسطي من اليونانية إلى اللاتينية. وساهموا أيضا في وضع المصطلحات التقنية الأولى، سواء في ميدان المنطق الصوري أو في ميدان الريطوريقا. لكن المنطق بالفكر المغاربي تميز بمجموعة من السمات تجعله يختلف عن فكر شعوب أخرى مثل اليونان والهند وحتى الروم. ومن أهم سمات الفكر المنطقي بشمال افريقيا القديم ما يلي :

1 ـــ اهتمام المغاربيين القدامى بالمنطق الرواقي أكثر من اهتمامهم بالمنطق الأرسطي. وقد يرجع هذا إلى سببين : الأول احتكاك المغاربة المباشر برواد المدرسة الرواقية بروما وبشمال افريقيا القديم؛ والثاني يتمثل في الميل الطبيعي للمغاربة القدامى إلى الريطوريقا.

2 ـــ اهتمام المغاربة القدامى بالريطوريقا والطوبيقا أكثر من اهتمامهم بنظرية القياس[6].

(5) Diogène L., Vies..., III,

(6) Humbert J. (1932), Histoire illustrée de la littérature latine. -=

3 ــ العناية بالمصطلح التقني، وقد برع في هذا الميدان كل من فيكتورينوس (Victorinus) الأفريقي[7] وأبوليوس (Apuleius) المداوري[8].

4 ــ ترجمة كتب المنطق من اليونانية إلى اللاتينية.

أهمّ رواد المنطق بشمال إفريقيا القديم ومساهماتهم :

ينتمي المناطقة المغاربة القدامى إلى الفترة الثانية من فترات تطور المنطق القديم، وهي فترة اللمسات الأخيرة والشروح (ما بين القرن 2 ق م والقرن 6 م). ولقد برز من بينهم مفكرون مشهورون لايزال التاريخ يعترف لهم بالخدمات التي قدموها للعلم عامة وللمنطق خاصة. وفيما يلي أهم أعمال هؤلاء المناطقة.

I ــ كُورْنُوتُوسْ اللَّبْتِي (Cornutus de Leptis : ق 1م) :

هو فيلسوف وريطوريقي ونحوي مشهور. يمكن اعتباره أول من كتب في المنطق بشمال أفريقيا القديم. ازداد بمدينة لبتس مَاكْنَا (Leptis Magna) وهي مدينة ليبدا (Lebda) بليبيا الحالية، الواقعة على الساحل المتوسطي، والتي أسسها البُوَنِيُّون. وهي موطن الامبراطور الروماني الافريقي الأصل سيفيروس (Septime Sévère). ويُعتبر كورنوتوس واحدا من أشهر زعماء المدرسة الرواقية ومن أبرز علماء روما في القرن الأول الميلادي. أعماله الأدبية كثيرة، ويمكن تصنيفها إلى صنفين : الصنف الأول يتضمن أعمالا لغوية، في النحو خاصة، ومن أهمها كتاب De Orthographia، وهو مؤلف باللغة اليونانية، وكتاب آخر حول الشاعر الروماني فيرجيليوس (Virgilius : ق 1م)؛ أما الصنف الثاني من مؤلفاته

= لِنُذكّر هنا أن الريطوريقا ظهرت مع اليونان القدامَى حيث وضع قواعدها الأولى كل من Empédocle وCorax وTisias. ثم جمع أرسطو هذه القواعد وقننها على شكل مبحث في كتابين له هما : **ريطوريقا وبويطيقا**، وأخيرا جُمع التراث اليوناني بروما من طرف كيكيرو وكوينتيليانوس (Quintilianus). وحينئذ تم تمرير هذا الإرث إلى شمال افريقيا القديم.

(7) أنظر في هذا الصدد مقالا لنا تحت عنوان : «فيكتورينوس الافريقي وأعماله المنطقية»، ضمن **فكر وتاريخ** (دراسات وأبحاث مهداة للدكتور مانويل فايشر)، منشورات كلية الآداب، سلسلة بحوث ودراسات رقم 23، ص 45 ــ 57، 1998.

(8) انظر حول أبوليوس مقالا لنا تحت عنوان : «أبوليوس المداوري وأعماله المنطقية»، ضمن : **دراسات في تاريخ العلوم والابستيمولوجيا**، منشورات كلية الآداب والعلوم الإنسانية بالرباط، سلسلة ندوات ومناظرات رقم 55، 1996، ص 17-50.

فيتمثل في أعماله الفلسفية وأغلبها باللغة اللاتينية. ومن أهم هذه الأعمال الرد الذي صاغه حول كتاب **المقولات** لأرسطو. وفيه ينتقد بشدة النتائج التي توصل إليها أرسطو. كما ردّ في نفس الموضوع على الفيلسوف أثينودور (Athénodore de Tarse) في كتاب تحت عنوان : **Pros Athenodoron**. وكان كورنوتوس يقرأ المقولات على أساس أنها مقولات نحوية على عادة الرواقيين. وألف أيضا هذا الفيلسوف كتابا في نفس الموضوع تحت عنوان : **Péri Hekton** (**كيفيات الجوهر**)، وهي تسمية يُطلقها الرواقيون على المقولات. ويَنْسُب مونصو (Monçeaux) لفيلسوفنا كتابين آخرين الأول تحت عنوان : **أشكال التعقل** والثاني تحت عنوان : **مقال في الريطوريقا**. وكلاهما باللغة اليونانية[9]. وله كذلك مؤلّف في اللاهوت تحت عنوان : **مختصر في التقاليد اللاهوتية اليونانية** (طُبع بلايبزك سنة 1881). وفي هذا الكتاب يعرض كورنوتوس المذهب الرواقي في التأويل الرمزي للأساطير اللاهوتية، متأثرا في ذلك بآراء كريسيبوس (Chrisippos). وهذا الكتاب هو الوحيد الذي وصلنا من كل ما كتبه كورنوتوس. وهو مُؤَلَّف باليونانية. أما في المنطق فلم يصلنا مما كتبه أي شيء. ولهذا لا يمكن أن نحكم على قيمته العلمية والتاريخية من خلال ما كتبه عنه الآخرون فقط[10].

II — أبوليوس المَدَاوري (Apulée de Madaure : ق 2م) :

هو أشهر المناطقة المغاربيين القدامى على الإطلاق. ازداد بمدينة مَدَاورا (مداوروش بالجزائر الحالية) سنة 125م. درس بنفس المدينة، ثم انتقل لاتمام دراسته إلى جامعة قرطاج ثم إلى أثينا ثم روما.

ألّف أبوليوس مؤلفات كثيرة يمكن تصنيفها كما يلي :

---

(9) Cf. Monçeaux (1894), pp. 185 sqq

(10) هناك مراجع كثيرة حول كورنوتوس نذكر من بينها :

- Moraux P. (1985), **Der Aristotélismus beider Griechen, von Andronikos bis Alexander von Aphrodisias**, II, Berlin, De Gruyter, pp. 592-601, Most G.W. (1989), «Cornutus and stoïc allegoresis», in : **Aufstieg und Niedergang der Römischen Welt**, II, 36, 3, Berlin, De Gruyter, pp. 2014-2065 (+ Bibliographie); Decharme P. (1904), **La critique des traditions religieuses chez les grecs**, Paris; Aulu - Gèle, **Nuits Attiques**, II, 6, 1 et IX, 10, 5; Keil, **Grammat. Lat. vet.**, I, 127, VII, 147; Monceaux P. (1894), **Les Africains**, pp. 185 sqq; **Encyclopédia Britanica**, vol. 3, p. 641; **Encyclopédie philosophique universelle**, vol. I, p. 104.

1 ــ **مؤلفات أدبية** : أهمها كتاب **فلوريدا** **(Florida)** وهو مجموعة من خطب أبوليوس في الريطوريقا البيانية، وكتاب **أبولوكيا** **(Apologia)** في الريطوريقا القضائية، وأخيرا كتاب **التحولات** **(Metamorphoses)** وهو أول قصة مكتوبة على شكل نثر في تاريخ الأدب الإنساني.

2 ــ **مؤلفات فلسفية** : أهمها كتاب حول **إلاه سقراط** **(De Deo Socrates)**، وكتاب آخر حول **مذهب أفلاطون** **(De Platone et ejus dogmato)** حيث الجزء الثالث منه خاص بالمنطق. ولقد وصلنا هذا الجزء تحت عنوان : **في العبارة** **(Péri Hermeneias)**. في هذا الكتاب الأخير اهتم أبوليوس أولا بنحت مصطلحات تقنية كانت اللغة اللاتينية، وهي لغة شمال افريقيا آنذاك، في حاجة إليها. وهكذا وضع هذا الفيلسوف، ولأول مرة في تاريخ المنطق، مصطلح ومفهوم **القضية** **(Proposition)** كما هو متداول اليوم. وفي الفصلَ الأول من هذا الكتاب حاول أبوليوس تقريب قارئه من معنَى الخِطاب (Oratio Pronuntiabilix) الذي يهتم به فن الجدل (المنطق). أما الفصل الثاني فقد خصصه للقضايا وأنواعها. وأثناء حديثه عن هذه الأخيرة، أدخل أبوليوس، لأول مرة، مقولتي الكم والكيف. وفي الفصول الباقية اهتم أبوليوس بترابط القضايا فيما بينها، وأنواع الاستدلال وقواعد تحقق الاستدلال. وفي الفصل الخامس من تلك الفصول عرض أبوليوس لأول مرة ما يعرف اليوم بمربع التقابلات. ورغم تأثر أبوليوس بأرسطو وبالرواقية معا، فإنه لم يتردد في انتقادهما معا. وأثر هو الآخر في الدراسات المنطقية بعده إلى حدود القرن الرابع عشر الميلادي. واعْتُبر كتابه هذا أوّلَ كتاب في المنطق الصوري باللغة اللاتينية[11].

III ــ **فرُونْطو** (Marcus Cornelius Fronto : ق 2م) :

هو خطيب ومحامي مغاربي مشهور؛ يعادل في شهرته الريطوريقي الروماني المعروف كيكيرو (Ciceron). عَلّم الريطوريقا والجدل للامبراطور الروماني ماركوس أوغليوس (Marcus Aurelius)، وتتلمذ عنه أيضا الأديب والفيلسوف المعروف أولوس غيليوس (Aulus Gellius). ازداد بمدينة كيرتا (Cirta :

(11) Cf. Londey D. and Johanson C. (1987), **The Logic of Apuleius**, E.J. Brill. L'ouvrage contient l'original latin de **Péri Nermeneias** et une traduction anglaise du texte établi par P. Thomas.

قسطنطينية الحالية) حوالي 110م. ثم رحل إلى قرطاج وروما لاتمام دراسته. تتلمذ بروما عن الفيلسوف أثينودور (Athénodore) وعن الخطيب ديونيسيوس (Dionysius). كان فرونطو يُعتبر أكبر محامي زمانه. رافع في قضايا عامة وقضايا سياسية. وخلق من حوله مدرسة تكونت من مُريدِين يُدْعَوْنَ بالفرونطونيين. ولهذا الريطوريقي المغاربي نظرية في الفصاحة مؤسسة على الانفعالية والشعورية. وكان يَعْتَبِر الريطوريقا أهمّ أشكال الأدب، بل كان يُرجع كل أشكال الأدب إلى الريطوريقا. وله أيضا نظرية في التربية[12].

لقد ضاع معظم ما كتبه فرونطو وخاصة خُطَبه. و لم يصلنا من كتبه إلا أجزاء متفرقة، منها :

1 — بعض مراسلاته.
2 — بقايا خطبة صيغت للدفاع عن القرطاجيين.
3 — بقايا كتابين حول الريطوريقا : الأول حول الفصاحة والثاني حول الخُطب.
4 — بقايا من كتابات في التاريخ حول **مبادىء التاريخ** وحول **حروب الفرس**.
5 — بقايا خطب نموذجية في الريطوريقا.

أما فيما يخص مادة المنطق فقد اهتم فرونطو بها من خلال اهتمامه بالريطوريقا. وله في هذا الباب نظرية عرضها في كتاب له تحت عنوان : **De Eloquentia**. فيه يُعدد الكاتب مزايا الفصاحة، ويولي اهتماما خاصا إلى دور **الألفاظ** وتقنيات تركيب الجمل الفصيحة. وفي هذا الإطار تأثر فرونطو بالرواقية من خلال أستاذه الرواقي أثينودور (Athénodore)[13].

IV — فيكتورينوس الأفريقي (Victorinus Afer : ق 4م) :

هو فيلسوف وريطوريقي أفريقي. ولد بتونس الحالية حوالي 300م. دَرَسَ ودرَّس بأفريقيا ثم بروما. ورغم شهرته في عصره أصبح فيكتورينوس منسيا منذ

---

(12) وردت هذه المعلومات وغيرها حول فرونطو في كتابين أساسيين. الأول هو كتاب **Nuits Attiques** لأولوس غيليوس والثاني هو كتاب **Pensées** لصاحبه ماركوس أوغليوس.

(13) Cf. Marcus Aurelius, **Pensées**; Aulus Gellius, **Nuits Attiques**; Monceaux (1894), **Les Africains...**, pp. 211 sqq; **Encyclopedia Britanica**, vol 5, p. 22; Franto, **Correspondances**, 2 vols, 1912-1920 (avec une traduction anglaise); Sextus Empiricus, **Adversus Mathematicus**, XI, 8.

القرن 12م. نُعِت هذا الفيلسوف بكونه أباً للأفلوطينية اللاتينية. ولقد تَرْجَم كثيرا من كتب الأفلوطينيين من اليونانية إلى اللاتينية. ويُعْتبر كذلك أول من وفّق بين الأفلوطينية والديانة المسيحية، بالإضافة إلى مشاركته الفعالة في الصراع ضد الأريوسية[14].

ألّف فيكتورينوس مجموعة من الكتب أهمها :

1 ــ تعليق حول طوبيقا كيكيرو (ضاع).
2 ــ ترجمة وتعليق **لكاتيكورياس** أرسطو (ضاع).
3 ــ ترجمة كتاب **في العبارة** لأرسطو (ضاع).
4 ــ ترجمة وتعليق **لإيساغوجي** فورفوريوس.
5 ــ تأليف **كتاب التعاريف** (Liber de Definitionibus).
6 ــ تأليف كتاب **الأقيسة الشرطية**.
7 ــ تأليف كتاب **ريطوريقا كيكيرو**[15].

يتضح مما سبق أن فيكتورينوس قدم مجهودات لا يُستهان بها في تقريب المنطق من الذهنية المغاربية، بالإضافة إلى كونه ساهم في تقريب الفلسفة من الدين بطريقته الخاصة، رغم كونه كان عدوا للمسيحية لفترة غير قصيرة. ساهم أيضا فيكتورينوس مساهمة فعالة في نقل المنطق اليوناني إلى اللاتينية ووضع المصطلحات الأساسية لتداوله. ولكن، مع الأسف، نَسِيَّه المغاربة وتناساه الغَرب.

---

(14) تُنسب النزعة الأريوسية إلى الراهب المسيحي أريوس (Arius). ازداد بليبيا حوالي 280م. أسس النزعة الانشقاقية الدينية المعروفة باسم الأريوسية أو الاريانية (Arianisme). وهي نزعة تنفي صحة التالوث المسيحي (الله الأب ــ الله الابن ــ روح القدس). ورغم كون هذا الراهب يُنسب إلى الاسكندرية، فهو في الواقع ليبي المولد ولكنه مصري التربية. انظر تفاصيل حوله في : **Dictionnaire de la théologie catholique**, vol. I, Col. 1779-1863.

(15) انظر في هذا الصدد مقالا لنا حول فيكتورينور سوف يصدر ضمن : **فكر وتاريخ** (دراسات وأبحاث مهداة للدكتور مانويل فايشر)، منشورات كلية الآداب والعلوم الإنسانية بالرباط، سلسلة بحوث ودراسات رقم 23، 1998، ص 45 ــ 57. أنظر أيضا :

- Augustin, **Confessions**, VII, 9 et VIII, 2; Bochensky, **History of Formal logic**; **Encyclopedia Britanica**, vol. 25, p. 891; Hadot P. (1968), **Porphyre et Victorinus**, Paris; Monceaux P., **Histoire littéraire de l'Afrique chrétienne**, Tome III, Chap. 4; Monceaux (1894), **Les Africains...**, pp. 401 sqq.

V ـــ تيكونيوس الأفريقي (Tycunius Afer : ق 4م) :

هو كاتب ضوناتي، مجادل وفيلسوف. ازداد بإفريقيا البروقنصلية حوالي 330م[16]. عُرِفَ عنه أنه شخص ذكي وفصيح. تعامل مع النص الديني بعقلانية جعلته ينتهي إلى وضع منهج جديد للتأويل يهدف إلى تحقيق موضوعية أكثر وتجنب المجادلات العقيمة[17].

من أهم مؤلفات تيكونيوس أربعة أساسية :

1 ـــ De Bello intestino. وهو كتاب في المناظرة، يتناول موضوعات دينية مختلفة، انتهى الكاتب من صياغته سنة 370م.

2 ـــ Expositiones diversarum causarum. وهو أيضا كتاب في المناظرة، ظهر سنة 375م.

3 ـــ كتاب في المسائل الدينية التطبيقية تحت عنوان : Apocalipse. وهو عبارة عن تطبيق للقواعد السبع التي نشرها تيكونيوس في الكتاب التالي :

4 ـــ **كتاب القواعد** (Liber regularum). ظهر هذا الكتاب سنة 382م. يَعْرِض فيه الكاتب منهجا يُقنن التفسير والتأويل، أي مجموعة من القواعد لتوحيد الطريقة التي بواسطتها يتم فهم النص الديني. وهي طريقة تعتمد على تحليل النص، سواء من الناحية اللغوية أو من الناحية المنطقية[18]. وهذه هي أول مبادرة من هذا النوع.

لقد مارس تيكونيوس ما يمكن وصفه بالتأويل العقلاني للنصوص الدينية. ولقد كان استعمال العقل وتقنين أدوات التأويل أساس منهجه. وبهذا يمكن اعتبار هذا الفيلسوف ممثل الاتجاه العقلاني عند النزعة الضوناتية[19]. من حُسن الحظ وَصَلنا **كتاب القواعد** كاملا. وهو عبارة عن نَسَق محكم من القواعد يَجْعَل من صاحبه أول منظِّر عقلاني لتقنية تأويل النصوص باستعمال أدوات منطقية. وباستثناء

---

(16) Monceaux (1920), p. 166, note 5

(17) حول شخصية تيكونيوس انظر : Monceaux (1920), p. 175

(18) انظر مقطعا نموذجيا من **كتاب القواعد** حول كيفية فهم الخطاب في Monceaux (1920), p. 180

(19) Monceaux (1920), p. 188

المقدمة، ينقسم الكتاب إلى سَبْعَة فصول يحتوي كل منها على قاعدة. تَمَّ تداول الكتاب، تحت اسم **Regulae** أو **Liber Tyconii** في شمال افريقيا وإيطاليا وإسبانيا وبلال الغال وبريطانيا العُظْمَى. وصيغ على شكل شعر في القرون الوُسْطى تحت عنوان : **Memori Technica**.

يعتقد مونصو أن هناك تشابها بين عملية تقنين الريطوريقا وعملية تقنين تأويل النص الديني التي قام بها تيكونيوس[20]، بحيث يمكن رَدُّ نسق تيكونيوس إلى فن تأويل صور المجاز. ويعتمد مونصو في هذا على رأي أوغسطينوس الذي يقول : «كل هذه القواعد، باستثناء الثالثة، تجعل فهم شيء حاصلا بفهم شيء آخر : وهذا هو بالضبط مفهوم التعبير المجازي»[21]. وهكذا فإن منهج تيكونيوس هو في الواقع تطبيق ذكي لمنهج الريطوريقا على عملية تأويل النص الديني. وفي هذا المجال أثر تيكونيوس على كثير من المفكرين، وخاصة على أوغسطينوس. وربما أيضا على رَيْمُونْدُو لُولْيُو (1235–1315) الفيلسوف الإسباني المعروف[22].

VI — مارتيانوس كابيلا الأفريقي (**Martianus Capilla** : ق 4م) :

هو كاتب ريطوريقي أفريقي، ازداد بقرطاج مع نهاية القرن 4م، سُمِّي في القرون الوسطى بالأفريقي (Afer) وأحيانا بالقرطاجي[23]. مارس الريطوريقا والمحاماة، ولم يكن متديِّنا، بل تبنى الأفلوطينية كفلسفة في الحياة.

ألف مَارْتْيَانُوسْ كتابا أساسيا تحت عنوان : **زواج عطارد بالفيلولوجيا (De Nuptiis Philologiae et Mercurii)**. وهو كتاب على شكل قصة في تسعة أبواب، بعضه نثر وبعضه شعر. له قيمة تاريخية في كونه يُعرِّف بكثير من العلوم والفنون القديمة (ما سُمِّي بالفنون الحُرَّة والفنون السبعة). يتضح من عنوان

---

(20) Monceaux (1920), p. 195

(21) Augustin, **De doctrina christiana**, III, 37, 56

(22) هناك مصادر ومراجع كثيرة حول تيكونيوس نكتفي بذكر بعضها :

Tyconius, **Liber de septem regulis**, ou **Liber regularum**, in : Migne, **Patrologie latine**, Tome XVIII, pp. 15-65; Monceaux (1920), vol. V, pp. 165-219; **Dict. de la théologie catholique**, vol XV, Cols 1932-1934; Burkitt F. (1894), **The Book of Rules of Tyconius**, coll. «Texts and Studies», Tome III, fasc. 1, Cambridge.

(23) Monceaux P. (1894), **Les Africains...**, pp. 445 sqq

الكتاب أن صاحبه يحاول الربط بين اللغة والفلسفة من جهة، واللغة والمنطق من جهة ثانية. فَعُطَارد هو إلاه الريطوريقا. تزوج بالفتاة الأرضية فيلولوجيا، رمز الرغبة في الحكمة. وقَبِلَ آلهة الأولَمْبْ هذا الزواج، وقدّموا سبعة خَدَم للعروس كهدية. يمثل هؤلاء الخدم الفنون السبعة التالية : النحو والجدل والريطوريقا والهندسة (التي كانت تتضمن أيضا الجغرافيا) والحساب وعلم الفلك والهرمونيا. ولقد خَصص الكاتب فصلا كاملا من فصول كتابه (وهو الفصل الرابع) للمنطق. فيه يتحدث عن المقولات والقضايا وتقابلاتها وعن الأقيسة[24].

VII ــ القديس أوغسطينوس (Aurelius Augustinus : ق 4م) :

هو فيلسوف وريطوريقي ورجل دين معروف. ازداد بمدينة تاكَاسْتْ (Thagaste)، «سوق أهراس» بالجزائر الحالية، سنة 354م. دَرَسَ بقرطاج ودَرَّس بها، ثم رحل إلى رُومَا ومن بعدها ميلانو حيث حصل على لقَب أستاذ في الريطوريقا. وقبل وفاته بقليل رجع إلى أفريقيا. اعتنق أولا المانوية[25] قبل أن يصبح مسيحيا بعد قراءته للفلسفة الأفلوطينية.

للقديس أوغسطينوس كتب فلسفية كثيرة أهمها :

1 ــ **حوار فلسفي** موضوعه السعادة. وفيه يبدو تأثر الكاتب بأفلاطون وفورفوريوس.

2 ــ **الاعترافات (Confessiones)**. وهو عبارة عن سيرة ذاتية في 13 فصلا.

3 ــ **التالوث (De Trinitate)**. وهو عمل في اللاهوت من 15 فصلا.

4 ــ **المدينة الإلهية (De civitate Dei)**. وهو كتاب في التاريخ، وخاصة التاريخ الروماني، في 22 فصلا.

---

(24) Martianus Capilla, **De Nuptiis Philologiae et Mercurii**, Vicenza, 1499, éd. A. Dick, 1925, éd. J. Willis, 1983; Monceaux P. (1894), **Les Africains...**, pp. 445 sqq; **Encyclopedia Britanica**, vol. 2, p. 828; Bréhier E. (1951), **Histoire de la philooophie**, Tome I, fasc. 3, pp. 531 sqq.

(25) المانوية (Manichéisme) هي فرع من فروع الديانة المسيحية، أسسها ماني بن فاتك (ق 3م). وهي نزعة تقوم على ثنائية عنصرين متعارضين : الخير والشر أو النور والظلام. انتشرت بشمال افريقيا واسبانيا، وعاشت ما يقرب من ألف سنة. انظر تفاصيل أكثر حول هذه النزعة في : **Dictionnaire de la Théologie Catholique**

5 ــ سِفرُ التكوين بالمعنَى اللفظي (De genesis ad litteram). وهو كتاب في 12 فصلا يُعلّق فيه المؤلف على سِفْر التكوين ويعرض مذاهب فلسفية لاهوتية.

6 ــ كتاب حول خلود الروح (Libri de immortalitaté animae).

7 ــ أما في ميدان المنطق فقد ألف القديس أوغسطينوس مجموعة من الكتيبات أهمها :

أ ــ مبادىء المنطق : Principia Dialacticae

ب ــ مبادىء الريطوريقا : Principia Rhetorices

ج ــ المقولات العشر الأرسطية : Categoriae decem ex Aristotele decerptae

لكن الرهبان البندكتيون (Bénédictins)[26] يعتبرون هذه الكتب منحولة. وبغض النظر عن هذا الموقف فإن القديس أوغسطينوس يعتبر المنطق مادة ضرورية لأنها هي التي تسمح بالرد على السفسطائيين في كل ما يتعلق بالأمور الدينية؛ بالإضافة إلى كونها تُعلِّمُنا فن التعاريف وفن الفصاحة اللذين يسمحان لنا بإظهار الحقيقة[27].

خُلاصـــة :

بدأ المغاربة القدامى يهتمون بالمنطق انطلاقا من كورنوتوس اللبتي، أي ابتداء من القرن الأول الميلادي. جاء بعده أبوليوس المداوري وفرونطو في القرن 2 الميلادي، ثم فيكتورينوس وتِكُونْيُوس ومارتيانوس كابيلا وأوغسطينوس في القرن الرابع الميلادي. يمكن إذن حصر الفترة الزمنية التي تطور فيها المنطق في الفكر

(26) نسبة إلى القديس بونوا النورسي (Benoît de Nursie : 480-547م).

(27) Cf. St Augustin, De Doct. Christ, II, 31, 34, 35, 36, 48, 49, 52-54; Gilson E. (1949), **Introduction à l'étude de St Augustin**, Paris, 3ème éd.; Ayer R.H. (1979);
Language, logic and reason in the Church Fathers, A Study of Tertullien, Augustine and Aquinas, N. York;
Bubacz B. (1981), **St Augustin's Theory of Knowledge, a contemporary analysis**, N. York / Toronto; Augustin, **Principia Dialectica**, in : **Opera Omnia**, éd. Migne, **Patrologie Latine**, vol. 42, Paris, 1961;
Augustin, **Categoriae decem...**, in : **Ibid**; Pépin J. (1976), **St Augustin et la dialectique**, Villanova;
Madec G. (1988), **La bibliothèque augustinienne**, Paris; Cameau M. (1930), **La Rhétorique de St Augustin**, Boivin, Paris; Kneale and Kneale (1962), **The Development of logic**, Oxford, Clarendon Press, pp. 174, 188, 239 et 599.

المغاربي القديم في القرون الأربعة الأولى للميلاد. وكثيرا ما تُنْعَت هذه الفترة بكونها فترة ما بعد الإبداع. وقد تميزت بخواص ثقافية معينة نذكر أهمها فيما يلي :

1 ــ انتشار النظرية الجيومركزية للعالم.

2 ــ انتشار الاعتقاد في النجوم وقدرتها على التحكم في مصير الإنسان.

3 ــ غياب الإبداع الفلسفي والعلمي باستثناء الفنون التطبيقية والطب (مع جالينوس) والميكانيكا (مع هيرون Héron الاسكندري)[28] والكيمياء والحساب (مع فيلون Philon الاسكندري)[29].

4 ــ طغيان الريطوريقا على الفلسفة حيث أصبح الفيلسوف هو الريطوريقي. وفي هذا الإطار انتشرت الفلسفة الرواقية أكثر من غيرها.

5 ــ انتشار المذهب الشكاني مع Enésidène و Sextus Empiricus و Agrippa.

6 ــ في شمال أفريقيا القديم، وفي نفس الفترة التي انتعش فيها المنطق في الفكر المغاربي القديم، انتعشت من جديد الأفلاطونية وظهرت الأفلوطينية، وهما اتجاهان فلسفيان تبنتهما الطبقة الميسورة، بينما تبنت الطبقة الفقيرة الرواقية.

7 ــ في مقابل انتشار النزعتين الأفلاطونية والأفلوطينية قل تداول الأرسطية، ربما لعدم تلاؤمها مع معتقدات ذلك العصر. ولم يهتم المغاربيون القدامى من كل الإرث الأرسطي إلا بالمنطق الصوري والريطوريقا. وكان هذا المبحث الأخير عندهم أعزّ ما يُطلب.

---

(28) هيرون الاسكندري هو رياضي وميكانيكي عاش خلال القرن الأول الميلادي. ألف مؤلفات كثيرة في الميكانيكا وفي البصريات والرياضيات.

(29) هو فيلسوف من أصل يهودي عاش بين ق 1 ق م وق 1م. ويُعتبر من المؤسسين الأوائل للأفلوطينية.

مصادر ومراجع

Apulée, **Péri Hermeneias**, éd. P. Thomas, 1938.

Aulu - Gèle, **Nuits Attiques**, éd. I. Andreas, Rome, 1469 et éd. M. Marache, Paris, Les Belles Lettres, 3 vols, 1967-1989.

Augustin, **Principia Dialecticae**, in : **Opera Omnia**, éd. Migne, **Patrologie Latine**, vol. 42, Paris, 1861.

Augustin, **Categoriae decem**, in : **Ibid.**

Ayer R.H. (1979), **Language, logic and reason in the church Fathers**, A Study of Tertulianus, Augustine and Aquinas, N. York.

Bousquet J. (1952), **Le Trésor de Cyrène à Delphes**, FD, II.

Bochensky, **A History of Formal Logic**, Univ. of N.Dame Press, 1961.,

Burkitt F. (1894), **The Book of Rules of Tyconius**, Cambridge.

Bréhier E (1951), **Histoire de la philosophie**, Tome I, Fasc. 3.

Cameau M. (1930), **La Rhètorique de St Augustin**, Paris : Boivin.

Decharme P. (1904), **La critique des traditions religieuses chez les Grecs**, Paris.

Diogène L., **Vies des philosophes**, Paris : Garnier - Flammarion, 2 vols, 1965.

Dictionnaire de la théologie catholique, Paris, Librairie Letouzy et Ané, 1936.

Encyclopedia Britanica.

Encyclopédie Philosophique Universelle, Paris, PUF, 1992, 5 vols.

Fronton, **Correspondances**, 2 vols, 1912-1920.

Gilson E. (1949), **Introduction à l'étude de St Augustin**, 3e édition, Paris, J. Vin.

Hadot P. (1968), **Porphyre et Victorinus**, Paris.

Humbert J. (1932), **Histoire illustrée de la littérature latine**.

Keil, **Grammat. Lat. vet.**

Kneale and Kneale (1962), **The Development of Logic**, Oxford Clarendon Press.

Londey D. and Johanson C. (1987), **The Logic of Apuleius**, E. J. Brill.

Madec G. (1988), **La bibliothèque augustinienne**, Paris.

Martianus Capilla.

Monceaux P. (1894), **Les Africains**, Paris : Lecène, Oudin et Cie.

Monceaux P. (1920), **Histoire littéraire de l'Afrique chrétienne**.

Moraux P. (1985), **Der Aristotelismus bei der griechen...**, Berlin.

Most G. W. (1989), «Cornutus and Stoïc allegoresis», in : **Aufstieg und Niedergang...**, II, 36, 3, Berlin.

Marcus Aurelius, **Pensées**. éd. et trad. A. Tranoy, Paris, 1953.

Plutarque. (de chéronée), **Vies parallèles**, trad. fr.

R. Flacelière, E. Chambry et M. Juneaux, Paris : Les Belles Lettres, 16 vols, 1957 – 1985. («C.U.F»).

Platon, **Théétète**, G. Flammarion, 1967.

Sextus Empiricus, **Adversus Mathematicus**, teubner, 1914.

Tyconius, **Liber de septem regulis**, in : Migne, **PL**, Tome XVIII.

مشاكل النظرية البصرية لدى القدماء

بنّاصر البُعزّاتي
كلية الآداب — الرباط

مقدمة

ليس من السهل الحديث عن تطور المعرفة الوضعية في ميدان علم البصريات أو المناظر قبل العصر الحديث. إذ أن كل فكرة تنبثق عن فكرة سابقة عليها، ولا يمكن تبيّن كل لحظات انبثاق المعارف وتلاقحها وتنقّلها؛ خصوصا وأن الاهتمام بالظواهر البصرية قديم جدا، بحكم حميمية البصر والنور. والكتابات التي نجت من الضياع غير كثيرة، وربما كان أهمها كتاب أُقليدس الإسكندري المعنون **البصريات** والكتاب المنسوب إليه بعنوان **الانعكاسات**. ولهذا يعتبر جلّ دارسي تطور العلم البصري أن التحول المفهومي في هذا العلم قد حصل زمن أُقليدس، أو قُبيله بقليل أو بُعيده بقليل، أي خلال القرنين الرابع والثالث قبل الميلاد. فكتب بول فِرْ اكّ الذي ترجم كتابي أُقليدس إلى الفرنسية : «إذا اتفقنا على تقبّل أن عبقرية أُقليدس انكبّت على إبداع القضايا أقل مما انكبّت على الربط العقلي والبرهان الصارم على القضايا السابقة عليه، فإنه يبدو أن الأمر كذلك في كتاباته حول البصريات والانعكاسيات»(1). معنى ذلك أن العالم الإسكندري لم يبدع كثيرا في العلم، لأن أهمية إنجازاته تكمن في التنسيق بين المعارف المتداولة لدى الجيل الذي سبقه وفي إعادة سبكها في قالب استدلالي استنباطي متين، كما فعل في الرياضيات. وكما يؤكد مؤرخ البصريات دفيد لندبرك أن محاولة مهمة في طريق

(1) - Paul Ver Eecke, Introduction à : *Euclide, L'Optique et la Catoptrique,* A. Blanchard, Paris, 1959, p. X : «Si l'on s'accorde ainsi à admettre que le génie d'Euclide s'est moins appliqué à l'invention de propositions qu'à la coordination rationnelle et à la rigoureuse démonstration de propositions antérieures, il paraît en avoir été de même pour ses ouvrages sur l'optique et la catoptrique».

«النظرية الرياضية للإبصار» تشكلت لدى «الجيل الذي [أتى] بعد أرسطو»[2]، أي زمن اقليدس وتلاميذ أودكسوس. فيبدو أن التحول المفهومي، الذي غذّى المعرفة البصرية ومكّنها من النقلة النظرية والمنهجية، قد تلازم مع التعبير بواسطة الآليات الرياضية الذي تطور بشكل بارز خلال القرن الرابع قبل الميلاد.

أ ـــ اللحظة الفلسفية :

1 ـــ عرف البحث في مجالات الضوء والإبصار والمسائل المرتبطة بهما، مثل الألوان وقوس قزح وانعكاس الضياء وزرقة البحر والسماء، تصورات مختلفة تندرج في سياق الاهتمام بمسائل الإدراك والمعرفة والوجود. فتبلورت رؤى عدة تحاول فهم الظواهر الطبيعية في ترابطاتها المتعددة. والتعارض بين التصورات حول طبيعة الأشعة وانتقال الضوء وفعل الإبصار وغيرها نابع من الاختلاف في الانشغال لدى العلماء ـــ الفلاسفة. فالبعض منشغل بإيجاد تفسير سببي لانتقال الضوء ولحصول الإبصار؛ وآخر منشغل بإيجاد فهم لطبيعة الضوء كواقعة طبيعية، يستند إلى المكونات المادية؛ وآخر منشغل بإخضاع الظواهر البصرية للتناول الرياضي بواسطة العدد والشكل؛ وآخر منشغل بتفسير فيزيولوجية الإبصار بالاستناد إلى تشريح العين وسيكولوجية المبصر.

2 ـــ أخذ الفيثاغوريون بفكرة صدور الأشعة البصرية من العين، وأن الأشعة تقع على سطح الأشياء فيتم التعرف عليها؛ ذلك لأن العين تعكس نارا لطيفة داخلية في الإنسان، من خلالها يتعرف على الكون. وينسجم هذا التصور مع فلسفتهم الإشراقية التي تستمد مكوناتها من التأمل المجرد. وأخذ الكْمِيون وأفلاطون بهذا التصور الفيثاغوري، مع إعطاء أهمية أقل درجة لأشعة أخرى منطلقة من الأشياء ذاتها. فعندهما أن الإبصار يستمد جوهره من «قوة القابلية للإبصار» الكامنة في نور الشمس، والتي تتوزع على الأشياء التي تقع في مجالها، بالإضافة إلى القوة (أو الطاقة أو الملكة) الداخلية الكامنة في الإنسان. وتبنّى أرسطو فكرة كون النور ينطلق من الأشياء نحو العين، حيث يتعرض الإبصار لتغيرات تحت تأثير الوسط والألوان؛ فتختلف درجة الإبصار حسب كثافة الوسط الذي يفصل بين العين

(2) David C. Lindberg, *The Beginnings of Western Science*, The University of Chicago Press, 1992, p. 10.

والأشياء. فالعين تمتلك قدرة كامنة من أجل الإبصار، لكن الإبصار لا يحصل إلا بتوفر الشروط المادية له. أما التصور الرواقي فقريب من تصور أفلاطون، في كونه يفترض وجود خاصية فطرية للعين هي التي توجه فعل الإبصار وتتعرف على الأشياء، بفعل قدرة هذه الخاصية على تطويع الهواء المحيط الذي يتوسط بين العين والأشياء. فالإبصار فعل منسجم مع الفاعلية الشاملة التي تحصل في الكون بفعل التناغم الذي بين عناصر الكون، التي تنسجم فيما بينها طبق ما يسمونه «سيمياتيا». وحسب التصور الذراني، من ديمقريطس إلى لوكريتس، يلعب الضوء دورا أساسيا في إبراز خصائص الأشياء. وتصور أرسطو قريب من تصور الذرانيين للضوء وللإبصار، رغم أنه قد عارض جل الآراء الذرانية الأخرى. وكوّن أبيقور (341–270 ق.م)، الذي ينتمي إلى التصور الذراني، نظرية مهمة حول انتقال الضوء وحصول الإبصار؛ وليس من المبالغة القول إن التصور الأبيقوري أهم التصورات القديمة في فهم الظواهر البصرية، من الزاوية الواقعية؛ لكنه لم يبلور أفكارا في علاقات من المقادير والنِسب.

3 ــ تحصل الرؤية، حسب التصور الذراني الأبيقوري، عن طريق تكوّن صورة أو شكل «إيدولون» عند التقاء العين بسطح الأشياء. والصورة هذه لا تعكس حقيقة الشيء ضرورة، لأن عوامل ظرفية تتدخل في تكوّنها، مثل المسافة وقوة الإشعاع وكثافة الوسط، مما يجعل من الصورة شريطاً «سيمولاكرا» تمتزج فيه العيانية بالتوهم؛ ثم إن الصورة ليست مستقرة وتامة وثابتة، بل هي متتالية من الصور، متماثلة، لأن مصدرها لا يتعرض لتغيرات كبرى، وكأنها نسيج شريطي من الصور المتتابعة بسرعة. فالصور عبارة عن «فنتازيا»، وكأنها خدعات محتملة، لأن ملامح الصورة لا تتحدد بوضوح إلا عبر ثباتها واطرادها من خلال التكرار والانتظام. إذ تصدر عن الأشياء صور متتالية كثيرة، يمكن أن تختلف فيما بينها بحكم تدخل الظروف العَرَضية؛ غير أن التغير يحتفظ بوحدة الشيء، بحكم ميزة «السيمباثيا» التي تكوّن اللحمة العضوية التي تربط بين عناصر الظواهر البادية في تتابع الصور؛ وهذه الميزة علامة على الانسجام الذي يحكم ظواهر الكون، وعلى اطرادها. «فلا يمكن ضبط [مكان الشيء] بدون الانسجام الكامن [أي سيمباتيا» في العلامة الصادرة من الشيء»(3). وهذا الانسجام هو الذي يضمن

(3) Epicurus; *in* E. N. Lee, 'The Sense of an Object : Epicurus on Seeing and Hearing' (pp. 27-59), *in* P. K. Machamer and R. G. Turnbull (eds.) *Studies in Perception*, 1978, p. 36.

استمرار السمات الأساسية للأشياء في الصور المتكونة في الذهن بوساطة العين، رغم اختلاف الانطباعات التي يمكن أن يخلقها تدفّقُ الصور لدى الناس، ورغم اختلاف الملابسات الجزئية في كل عملية إبصار مفردة. فهناك في تكرار الصور وتتابعها تغيرٌ في إطار حد معين من الثبات؛ ويكون إدراكنا للأشياء بقدر درجة التوازن بين التغير والثبات.

4 ـــ إن الصور تتتابع خلال زمن معين، مما يجعل سرعة التتابع كبيرة جدا؛ غير أن سرعة الإبصار «لا تتجاوزها سرعة أخرى»، لأن الإبصار فعل مرافق للنشاط العقلي في شموليته؛ إذ أن «سرعة الصور ترافق سرعة الفكر»(4). فيشكّل تتابع الصور تيارا متدفقا، يقطّعه أبيقور إلى وحدات مثلما يقطّع تيار الأصوات إلى وحدات صوتية، ومثلما يقطّع تيار تغير الأشياء إلى ذرات. إذن فإن تيار تتابع الصور «إيدولا» (جمع إيدولون) هو الذي يمكّن من إدراك وحدة الشيء وموافقة (أو مطابقة) الصورة أو الفكرة المتكونة في الذهن لذلك الشيء(5). ولاشك أن أبيقور قد استفاد من روافد نظرية مختلفة، خصوصا من أفكار تبلورت عند تلاميذ أرسطو وتلاميذ أودكسوس، الذين كانوا يمارسون التجريب، بالإضافة إلى نفوره من التأويلات البعيدة. ولا يختلف لوكريتس وديوجنس الأبيقوريين عن هذا التصور، حيث يؤكدان على الدور الذي يمثله «تيار الصور [المنطلق] من الأشياء نحو العين» في حصول الإدراك البصري(6).

5 ـــ واضح أن تفسير أبيقور للإبصار يحاول الابتعاد عن التخمينات الميتافزيقية البعيدة ويلتصق بواقعية الظاهرة البصرية. فكما كتب إدورد لي : «لقد عرف أبيقور جيدا ما كان **في غير حاجة** إليه فلسفيا : لم يحتج إلى الإرجاعانية الميتافزيقية المثالية لأفلاطون أو ذاتانية القورينيين الظاهراتية أو الشكانية أو واقعانية أرسطو المباشرة. ما كان يريده هو تجنّب **كل** تلك البدائل، وكان يعلم بتلقائية أن ذلك ممكن. فما كان يريده ببساطة، هو أن يكون واقعانيا نقديا»(7). وفعلا فإن

(4) Epicurus, *The Essential Epicurus : Letters, Principal Doctrines, Vatican Sayings, and Fragments*, trans. & intr. Eugene O'Connor, Prometheus Books, 1993, p. 24.

(5) Epicurus, *op. cit.*, p. 26

(6) E. N. Lee, *op. cit*, p. 44

(7) E. N. Lee, *op. cit.*, p. 53 : «Epicurus well knew what he **did not** want philosophically : he did not want the idealist metaphysical reductionism of Plato, or the phenomenalist subjectivism of the Cyrenaics, or skepticism, or the direct realism of Aristotle. What he =

التصور الأبيقوري يعتبر فعل الإبصار أو الرؤية نشاطا فعّالا ودينامياً تتداخل فيه عوامل اختلاف الأشياء والألوان والوسط والعين، كل عامل بنسبة معينة، بحيث تتوقف درجة وضوح الرؤية على توازن تلك العوامل كلها بنسبٍ ما. لكن هذا التصور المثمر لم يتبلور في بناء رياضي يكشف عن البنيات العلاقية للظواهر في صورة قوانين مضبوطة.

6 ـــ سادت التصورات الأربعة، الفيثاغورية ـــ الأفلاطونية والأرسطية والأبيقورية والرواقية، خلال قرون عدة؛ لكن تصورات توفيقية أخرى برزت تحاول الجمع بين مكونات تلك التصورات، فتقيم تأليفات فيما بين هذه المكونات بطرق مختلفة. غير أنه من الصعب الحديث عن تركيب مفهومي بنّاء فيما بين تلك التصورات من أجل بلورة نظرية متكاملة متسقة تفسر مختلف الظواهر البصرية. إذ يمكن ملاحظة التكامل النظري المبدئي بين تصورات أبيقور والرواقية وصياغة أقليدس الرياضية؛ لكن لم يتحقق هذا التكامل في تصور موحد فعلا؛ بل إنه من الأرجح أن تلك التصورات المتعارضة لم تكن تتواصل فيما بينها، لأنها كانت تشكّل عناصر لمذاهب فلسفية يصعب الجمع بينها، نظرا لما يلزم عن كل مذهب من التزامات قيمية وإديولوجية خاصة. كما أن جل الكتابات الفلسفية ـــ العلمية قد ضاع؛ بل إن ضياع كثير من الكتابات وصعوبة الحسم في نسبة بعضها، يجعلان الدارس غير قادر على البت في كثير من المسائل التاريخية والنظرية المحيطة بالعلوم آنذاك. فالمناقشات المسترسلة حول نسبة كتاب **الانعكاسيات** لم تنته؛ حيث يتشكك بعض الدارسين في نسبته لأقليدس، وينسبه آخرون لأرخميدس[8]. وربما لن تنتهي المناقشة إلا باكتشاف نسخ أخرى للكتاب، عسى أن تحمل معلومات دقيقة ! تضاف إلى ذلك مسألة الوضع الإبستملوجي لعلم البصريات آنذاك : فأحيانا كان يصنف من بين العلوم الرياضية، وأحيانا أخرى كان يصنف من بين العلوم الوسطية ـــ أي العلوم الطبيعية التي تطبق الرياضيات كوسيلة للتعبير والقياس والصياغة ـــ وأحيانا لا يُعترف به كعلم قائم الذات.

= wanted was to skirt all of those alternatives, and he knew in his bones that one can. What he wanted, simply, was to be a critical realist».

(8) W. R. Knorr, 'Pseudo - Euclidean Reflections in Ancient Optics'..., *Physis* (pp. 1-45), 31, 1994 & Gérard Simon, «Aux Origines de la Théorie des Miroirs...», *Revue d'Histoire des Sciences* (pp. 259-272), xlvii / 2, 1994.

ب ــ البحث التجريبي :

1 ــ لابد أن يدفع تنافس الفرضيات المهتمين إلى البحث عن سبل التحقق في المجال التجريبي من فرضيات وإبطال أخرى منافسة. وقد كانت الفترة التاريخية التي عاش فيها تيوفراسطس وستراطون وأبيقور وأقليدس، أي أواخر القرن الرابع وأوائل القرن الثالث قبل الميلاد، لحظة مهمة في تطور مفاهيم وآليات الاختبار والصياغة في النظرية العلمية عامة، وفي الفرضيات البصرية خاصة. وتتداخل بنسبة ما التصورات حول الضوء والإبصار فيما بينها من جهة، ومن جهة أخرى فإن كل واحدة منها تبحث عن المجال التجريبي الذي يدعمها؛ لأن الفرضيات لا تنشأ بكيفية اعتباطية، بل تتزامن مع ملاحظة ظواهر معينة تنسجم معها قليلا أو كثيرا، فتبني نماذج من أجل القبض على مكامن الظواهر بحسب ما تسمح به مكوّناتها. كما أن البحث التجريبي كانت تفرضه الانشغالات العملية، مثل صنع المرايا والعدسات.

2 ــ فالتصور الذي يعتبر الضوء منبعثا من العين نحو الأشياء يركّز على دور العين، لأنه لا إبصار بدونها. كما أن العين تحتفظ بصورة بعدية بعد اختفاء تلك الأشياء أو بعد إغلاق العين؛ ثم إن العين تستطيع استحضار الصور وإن بعيدا عن الأشياء، بحيث تتكوّن الصور ذهنيا في غياب الأشياء التي تحيل عليها في كثير من الأحيان. والعين مرتبطة بالدماغ بواسطة أعصاب تنقل الإرساليات في الاتجاهين، ولابد أن يكون لها دور في تكوّن الصور. وهذه الوقائع تشكل سندا للفكرة القائلة إن في النفس الإنسانية طاقة تسلطها على الأشياء لتدركها.

3 ــ والتصور الذي يعتبر الضوء منبعثا من الأشياء نحو العين يستند إلى كون العين لا تبصر في الظلام، وأن وضوح الرؤية يتناسب مع قوة الضوء والمسافة واللون والوسط الذي يفصل العين عن الشيء. فخصائص الأشياء الأساسية هي التي تفرض نفسها في آخر عملية الإبصار، لأن الوسط يخضع لتحولات عرضية. وفي كثير من الأحيان تخطىء العين في إدراكها للأشياء؛ كما أن من تناول قدرا كبيرا من الخمر، أو كان متعبا جدا، لا يرى الأشياء بطريقة سليمة.

4 ــ والتصور الذي يعطي أهمية للوسط الذي بين العين والشيء يستند إلى دور الضوء الطبيعي ودور الألوان؛ إذ الوسط يساعد أو يعيق انتقال أشعة الضوء.

بل إن الوسط يؤثر على الصورة المتكوّنة خلال عمل الإبصار. فإذا كان الناظر يبصر من خلال وسط مليء بالماء فإن شكل الأشياء يتغيّر خلال الإبصار؛ والنظر إلى منزل بعيد من خلال وسط يتكون فيه السراب يقدم صورة متموجة لذلك المنزل. ولهذا تلعب درجة شفيف الوسط دورا مهما في تحديد الرؤية.

5 ــ لا يمكن تقديم ترسيمة مفصلة ووفيّة للنشاطين، المفهومي والتجريبي، آنذاك، لأن جل الكتابات قد ضاع؛ لكن لاشك أن التعقل العلمي المنهجي قد تقدم بشكل جدي بُعيد زمن أفلاطون وأرسطو. ومنذ ذلك الوقت تدوولت بعض التعريفات والمبادىء والقوانين باعتبارها حقائق علمية حصل التحقق منها في الفحص التجريبي، ومعبّر عنها في صيغ معادلات مضبوطة. لهذا يمكن القول إن تحولا مفهوميا مهما قد حصل في النظرية العلمية البصرية في أواخر القرن الرابع وأوائل الثالث قبل الميلاد. إذ كانت تقام تجارب مجهزة بتجهيزات مناسبة من أجل ضبط ظواهر انتشار الضوء وانعكاسه وانكساره في الأوساط المختلفة؛ كما درست ظواهر قوس قزح وازدواج الصورة في بعض الأحيان وإحراق الأشياء بفعل تجميع الأشعة الضوئية وتركيزها وتسليطها عليها.

6 ــ وفي هذه الفترة ظهر كتاب **في الألوان** الذي ألّفه دارس يرجح أنه من التقليد المشائي. ويشتمل الكتاب على تصور مفاده أن أشعة الضوء تنتقل من مصدر الضوء (الشمس أو المصباح) نحو الأشياء، ومن هذه نحو العين؛ فيكون وضوح الرؤية وإدراك الألوان بمقدار الضوء والمسافة وخصائص الوسط ودرجة شفيفه. ويقيم كتاب **في الألوان** تأليفا مندمجا بين آراء أرسطو وأبيقور[9] . وقد أبرز تقدم البحث التجريبي لاحقاً أهمية التصور الواقعي الذي يتضمنه هذا الكتاب. وربما أخذت جل التصورات اللاحقة ، بعد امتزاجها التدريجي، بفكرة أو بمبدإ «درجة التهيىء» للرؤية، بما تعطيه من أهمية للعوامل الخارجية والذاتية في السيرورة الإدراكية للرؤية. ففي فعل الإبصار، خصوصا من أجل إدراك الألوان والمسافات والأشكال، تتفاعل شروط فيزيولوجية ودرجة النور ودرجة صفاء الهواء أو درجة شفيف وسط آخر.

---

(9) D. E. Hahm 'Early Hellenistic Theories of Vision and the Perception of Color' (pp. 60-95), *in* P. K. Machamer and R. G. Turnbull (eds.), *op. cit.*, pp. 80-85.

7 ـــ لقد تبلورت قوانين بصرية عدة تقوم على مبادىء واضحة نسبيا منذ أواخر القرن الرابع قبل الميلاد. وربما كانت أهم تلك المبادىء تتمثل في 1) أن الأشعة الضوئية–البصرية تنتقل بسرعة ما؛ 2) وأن تلك الأشعة تنتقل بنفس السرعة في اتجاهات مختلفة؛ 3) وأن الأشعة تنتقل في خط مستقيم. ومن القوانين المجمع حولها والتي أصبحت من المعارف العمومية قانون انعكاس الضوء الذي يقول : «إن زاوية الارتطام (أو السقوط) تساوي زاوية الانعكاس»، المعروف بقانون تساوي الزاويتين. وهذا القانون مماثل لما يقابله في ارتطام الأجسام الصلبة وصدى الأصوات وغير ذلك من الظواهر المماثلة. وتُجمع التصورات المختلفة حول هذه المبادىء والقوانين رغم اختلافها في موضوع مصدر الأشعة وطبيعتها الفيزيائية. بل إن قانونا مثل «تساوي زاويتي الارتطام والانعكاس» يبرز لدى لوكريتس الأبيقوري (حوالي 100–55 ق.م) مثلا كمبدإ أنطلوجي شامل؛ إذ كتب : «تقضي الطبيعة بأن يرتدّ كل جزيء من السطح العاكس عند زاوية موافقة لسطح ارتطامها»[10]. ويبدو أن هذه المبادىء والقوانين الأولية كانت مقبولة من لدن كل المدارس الفكرية، بغض النظر عن الانتماء المذهبي، لما توليه كل المذاهب الفلسفية من أهمية بالغة لظواهر الضوء والبصر؛ ويدل هذا على أن الاحتكام إلى التجريب شكّل أسلوبا لا مفر منه من أجل اختبار مختلف الفرضيات، خلال الفترة المذكورة.

ج) الصياغة الرياضية :

1 ـــ مبدئيا، لا تلتزم الصياغة الرياضية للنظرية البصرية، التي تبلورت قبل أقليدس، بهذا التصور الأنطولوجي لطبيعة الأشعة الضوئية واتجاهها، أو ذاك : إذ سواء اعتبرت أشعة الضوء منبعثة من العين نحو الأشياء أو من الأشياء نحو العين أو أعطيت أهمية أكبر لشفيف الوسط، فإن الغرض الأساسي يكمن في التعبير بواسطة أدوات هندسية أساسية هي النقطة والمستقيم والزاوية والمتوازيات والمخروط (أو الهرم في حالة النظر عبر نافذة مثلا). ولهذا لم يبال أسلوب الصياغة الرياضية بطبيعة الضوء الأنطلوجية، لأن الأهم في الصياغة هو التعبير الهندسي بالدرجة الأولى. حيث كتب أقليدس في التعريف الثالث : «تلك الأشياء التي تُرى هي

Lucretius, *On the Nature of the Universe*, trans. R. E. Latham, Penguin, 1951, p. 140 (10)

تلك التي تقع عليها الأشعة البصرية؛ والأشياء التي لا تقع عليها الأشعة البصرية لا ترى»[11]. فلم يقف أصحاب التيار الرياضي عند جزئيات الضوء ومصدره وانتشاره؛ إنما اقتصروا على التعبير بالمستقيم والمخروط والزاوية من أجل إنشاء العلاقات المتناسبة بينها وضبط انسجامها الداخلي؛ ولذلك يبدو أنهم يطابقون بين الشعاع البصري والشعاع الضوئي، بل يرجعون هذا إلى ذاك.

2 ــ يصعب بيان اللحظة التي انطلقت فيها الصياغة الرياضية للتعبير عن الوقائع البصرية بالتدقيق. فأرسطو لم يبادر إلى ممارسة هذه الصياغة عمليا، لكنه مدرك لأهميتها، نظريا على الأقل. إذ كتب : «يبحث علم الهندسة في الخطوط الطبيعية، لكن ليس في كونها طبيعية؛ أما علم البصريات، فيبحث في الخطوط الرياضية، لكن ليس في كونها رياضية، بل في كونها طبيعية»[12] ويتضح من كلام أرسطو أنه في زمانه وجد من بين العلماء من كان يستخدم الرياضيات لبلورة الظواهر من أجل فهمها فهما دقيقا، بناء على صياغة قوانين علمية، بجانب الاهتمام بالرياضيات في حد ذاتها. ومن أبرز الفاعلين في هذا الاتجاه أركيتاس، وخصوصا أودكسوس القيدي، وتلاميذهما. فكان هؤلاء يطورن أفكارا وفرضيات في علاقة عضوية بالتجريب والخبرة العملية والتطبيقية في الفنون والتقنيات، لهذا لم يخلّفوا كتابات فلسفية على غرار أفلاطون وأرسطو. وربما، كما يقول البعض، كان «علم البصريات الرياضية أقدم من أقليدس، بل إنه أثر على تفكير أرسطو في لحظة معينة»[13]. فقد تبلورت معالجات رياضية لظواهر الضوء والفلك زمن أفلاطون وأرسطو، ونبغ في ذلك علماء شكلوا حلقة حول أودكسوس. وربما يكون أفلاطون قد تناول فعل الإبصار بواسطة مخروط أو هرم؛ والأكيد أن البعض من معاصريه قد فعلوا ذلك بدرجة ما من الوضوح. بينما يرى مؤرخ العلم، جورج سارتون، أن أقليدس الإسكندري «مؤسس علم البصريات الهندسية»[14]. لكن

---

(11) Euclide, *L'Optique*, définition iii, p. 1

(12) Aristotle, *Physics*, in R. G. Turnbull, 'The Role of the «Special Sensibles»' in the Perception Theories of Plato and Aristotle» (pp. 3-26), *in* P. K. Machamer and R. G. Turnbull (eds.), p. 24.

(13) D. E. Hahm, 'Early Hellenistic Theories of Vision and the Perception of Color', p. 63

(14) George Sarton, *Hellenistic Science and Culture in the Last Three Centuries B. C.* (1959), Dover, 1993, p. 118.

التأسيس لا ينطلق من فراغ فكري، لأن المفاهيم والتصورات تتبلور وتتلاقح وتتناسل خلال زمن قد يطول أو يقصر؛ ثم إن هذه العمليات التكوّنية لا يتمّ التصريح بها دائما من لدن الدارسين. ولا يمكن انتظار حصول إجماع حول هذه المسألة، نظرا لفقدان الكتابات العلمية القديمة.

ومن الفروع التي كانت تعتبر من علوم البصريات : علم البصريات (أو المناظر، أو المنظور)، وعلم الانعكاسيات، وعلم الانكساريات، ويضاف أحيانا علم الخدعات البصرية أو الصنعة البصرية[15]. وتشترك هذه الفروع في التناول التجريبي للظواهر الضوئية والبصرية، وفي الاستعانة بالمعطيات التقنية التي توفرها صناعة أنواع من المرايا العادية والمرايا المحرقة والعدسات.

3 ــ تمثّل الفترة التي عاش فيها أقليدس الإسكندري (330-270 ق.م بالتقريب) لحظة حاسمة في انتقال دراسة الظواهر البصرية من التناول الفلسفي إلى التحليل العلمي (هذا لا يعني أن التناولين منفصلان انفصالا تاما، لأن بينهما تداخلا غير منقطع، بدرجات مختلفة). وقد عاصر العالم الرياضي كلا من أبيقور وستراتون، اللذين قدّما تصورين عن الضوء والأشعة مستندين إلى الملاحظة الواقعية الدقيقة. ويمكن القول إن أقليدس يمثّل في ميدان البصريات المكانة التي يحتلها أرخميدس (287-212 ق.م بالتقريب) في ميدان الستاتيكا؛ وربما لم يكتب هذا الأخير في البصريات، على ما يبدو؛ ولا غرابة، فالإثنان من أكبر علماء الرياضيات في القرن الثالث قبل الميلاد.

4 ــ يبدأ أقليدس كتابه **البصريات** بسبعة تعريفات، وهي قريبة المعنى من المسلمات، بل هي بمثابة مسلمات لأنه يبدأها بالصيغة «لنفترض أن». فيقول التعريف الأول : «لنفترض أن الخطوط المستقيمة التي تنبعث من العين تنتشر متباعدة عن بعضها البعض حسب مقادير كبيرة»؛ ويقول التعريف الثاني : «و[لنفترض] أن الشكل الذي تشتمله الأشعة البصرية مخروط قمّته في العين وقاعدته عند نهايات المقادير المرئية»؛ ويقول التعريف الرابع : «وأن المقادير المرئية تحت زاوية أكبر تتراءى أكبر؛ بينما تلك التي تُرى تحت زاوية أصغر تتراءى أصغر، وتبدو تلك التي تُرى تحت زوايا متساويةٍ متساويةً»؛ ويقول التعريف الخامس :

---

(15) Optics, Catoptrics, Dioptrics (= Mesoptrics, Diaclastic, Anaclastics), Scenography

«وأن المقادير التي تُرى تحت أشعة أكثر علواً تبدو أكثر علواً؛ بينما تلك التي تُرى تحت أشعة أكثر انخفاضا تبدو أكثر انخفاضا»؛ ويقول التعريف السادس : «وأيضا، فإن المقادير التي تُرى تحت أشعة أكثر يمينا تبدو على اليمين أكثر؛ بينما تلك التي تُرى على اليسار أكثر تبدو أكثر يسارية». ويقول التعريف السابع : «و[لنفترض] أخيرا، أن الأحجام الكمية المبصرة من زوايا متعددة تبدو بصورة أكثر تمييزا»[16].

5 — ويشتمل الكتاب على ثمانية وخمسين (58) قضية أو مبرهنة، وهي بمثابة قوانين بصرية؛ وكل قانون متبوع ببرهان مصحوب بشكل هندسي مناسب يبيّن خطوات البرهان. فتقول القضية الأولى : «لا يُرى أي مقدار بكامله في نفس الوقت»[17]. أي أننا لا نرى كل مناطق وأجزاء الأحجام التي تقع عليه عينانا في نفس الوقت، لأن المناطق تلك ليست بنفس المسافة من العينين؛ وإذا كان يبدو أننا نرى كل المناطق في نفس اللحظة، فلأن سرعة الأشعة البصرية كبيرة جدا بحيث يصعب إدراك المراحل الانتقالية بين إبصار المناطق المختلفة. وتقول القضية الثانية : «من بين المقادير الواقعة عن بُعد، تُرى تلك الواقعة في مسافة أقرب بكيفية أكثر تمييزا»[18]. وتقول القضية الثالثة : «كل مقدار منظور إليه، يتصف بأنه لا يُرى إن وُجد في بُعد معين»[19]. أي أنه لابد أن توجد مسافة ما لا يتهيأ عندها الشيء للرؤية. وللكتاب بناء متسق نسبيا، قريب جدا من بناء مؤلف **الأصول** في الرياضيات؛ مما يبين أولا أن كتاب **البصريات** قد ألف بعد كتاب **الأصول**، وثانيا أن خاصية العلمية كانت دائما تتوقف على تفعيل الرياضيات في البلورة التجريبية للوقائع.

6 — بينما يشتمل كتاب **الانعكاسيات** على ست تعريفات وثلاثين قضية (مبرهنة أو قانونا)؛ وله نفس البناء المنهجي الذي لكتاب **البصريات**، لكنه أقل دقة، نظرا لصعوبة دراسة ظواهر الانعكاس في السطوح المقعّرة والمحدّبة. و لم يعالج

---

(16) Euclide, *L'Optique*, trad. franç. Paul Ver Eecke, Blanchard, 1959, p. 1-2

(17) Euclide, *ibid*, p. 2

(18) Euclide, *ibid*, p. 2

(19) *Ibid*, p. 3

مسائل الانكساريات لأنها أعقد كثيرا، إذ تتطلب دراستها إجراء تجارب على اختراق الأشعة لأوساط مختلفة الشفيف وحساب زوايا الانكسار. وللتعريفات هنا كذلك معنى المسلمات أو الافتراضات؛ فيقول التعريف الأول : «يُفترض أن الشعاع البصري خط تصطدم كل أجزائه الوسطية بنهاياته». ويقول التعريف الثاني : «[يُفترض] أن كل الأشياء المبصَرة ترى طبق خطوط مستقيمة»(20). وكل قضية، أو قانون، متبوع ببرهان ومصحوب بشكل هندسي يبيّن البناء البرهاني الموصل إلى القانون. فتقول القضية الأولى : «تنعكس الأشعة البصرية حسب زوايا متساوية بواسطة المرايا المسطحة والمحدّبة والمقعّرة». وتقول القضية الثانية : «كيفما كان نوع المرآة التي يقع عليها الشعاع البصري جاعلا زوايا متساوية فإن الشعاع سينعكس على نفسه». وتقول القضية الثالثة : «كيفما كان نوع المرآة التي يكوّن عليها الشعاع البصري زوايا غير متساوية، فإنه لن ينعكس لا على نفسه ولا في الزاوية الأصغر»(21). وتقول القضية الرابعة : «في المرايا المسطحة والمحدبة، لا تلتقي الأشعة البصرية المنعكسة فيما بينها ولن تكون متوازية». وتقول القضية الخامسة : «إذا كانت العين واقعة في مركز المرايا المقعّرة أو في محيطها أو خارجها، أي فيما بين المركز والمحيط، فإن الأشعة المنعكسة ستلتقي فيما بينها»(22).

7 ــ وعند ملاحظة أن مساهمات أقليدس وأبيقور قد تمت في نفس الفترة التاريخية، تبيّنت ملامح التحول المفهومي الذي عرفته النظرية البصرية. إذ يتبين 1) وجود تقليد علمي يسطر برامج لفهم الظواهر بأسلوب وضعي (أي بعيدا عن الأسطورة والميتافزيقا نسبيا)؛ 2) وبلورة فرضيات من أجل فهم صائب للظواهر والتعبير عن ذلك بواسطة الصياغة الرياضية؛ 3) وبناء مبادىء وقوانين علمية من الدقة بمكان في لغة تتهيأ للإجماع من طرف الدارسين. غير أن تناول أقليدس وتناول أبيقور ظلا متباعدين من حيث المضمون الأنطلوجي للمفاهيم البصرية؛ بحيث أن لوكريتس الأبيقوي طوّر أفكارا مهمة حول الضوء والإبصار، لكنه لا يذكر أقليدس، وأحرى أن يشيد بالصياغة الرياضية التي مارسها أقليدس بنجاعة؛

---

(20) Euclide, *La Catoptrique*, trad. franç. Paul Ver Eecke, p. 99

(21) Euclide, *La Catoptrique*, pp. 100-101

(22) Euclide, *ibid*, pp. 102-103

بينما طور كلوديوس بطلميوس (أو بطليموس) أسلوب أقليدس الرياضي، ولا يذكر الطبيعانيين أبيقور ولوكريتس.

8 ـــ مع بطلميوس (90–168 ميلادية تقريبا) تقدم التناول العلمي أكثر، حيث بنى مؤلفه **البصريات**، المكون من خمسة كتب، على تعريفات ومبادىء نظرية ونتائج تجارب ولغة رياضية متقدمة. فقد ألفه بعد سنة 160م، ويشتمل على مزايا كتاب **المجسطي** في الفلك، كما يشتمل على عناصر الضعف التي فيه. وبينما تناول بطلميوس الضوء والرؤية بأسلوب الصياغة الرياضية، عالج المشرّح جالينوس (حوالي 129–200م) الرؤية على ضوء معطيات تشريح العين. هكذا غلب التناول الرياضي والوظيفي (الإبصار) على النظرية البصرية، مع استبعاد التناول الفيزيائي الأنطلوجي للضوء، (انفتح بطلميوس شيئا ما على المكونات الفيزيائية للشعاع الضوئي، لكنه لم يؤكد على ذلك). ويبدو أن بطلميوس كتب **البصريات** بعد **المجسطي**، ولذلك لابد أن يكون بناؤه المنهجي أفضل من الكتاب الفلكي[23]. وقد ضاع الكتاب الأول من البصريات كما ضاعت فقرات من الكتاب الخامس؛ والمتداول من المؤلف اليوم هو ما احتفظ به في الترجمة العربية القديمة.

9 ـــ يقرر بطلميوس أن التناول العلمي يقتضي استنادا إلى مبادىء نظرية عقلية واختبارا تجريبيا من أجل التأطير المنهجي له؛ إذ كتب : «في كل الحالات التي يرمى فيها إلى المعرفة العلمية، تكون مبادىء عامة معينة ضرورية؛ بحيث يمكن أن تقترح مسلمات مؤكدة وفوق الشك في صيغة واقعة تجريبية أو تماسك منطقي، ويمكن أن تشتق منها براهين ناتجة عنها»[24]. ولكي تكون المبادىء مثمرة يجب أن تستجيب للمسائل المجالية التي يعمل العالم من أجل تحليلها. ففي نظره، يحتاج الدارس إلى ثلاثة مبادىء في الدراسة العلمية للمرايا، من أجل معالجة انكسار الضوء : المبدأ الأول يقول إن الأشياء التي نراها في المرايا تظهر كامتداد للشعاع البصري الذي يصلها عبر الانعكاس؛ والمبدأ الثاني يقول إن نقطا خاصة تُرى على

---

(23) A. Mark Smith, Introduction to *Ptolemy's Optics*, p. 2

(24) C. Ptolemy, *Ptolemy's Theory of Visual Perception* : An English Translation of the **Optics** With Introduction and Commentary, A. Mark Smith, The American Philosophical Society, Philadelphia, vol. 86, 1996, p. 131.

المرايا تظهر على المستقيم العمودي القادم من الشيء المبصر إلى سطح المرآة ويمر عبرها؛ والمبدأ الثالث يقول إن الشعاع المنعكس الذي يربط العين بالمرآة والمرآة بالشيء المبصر يتهيأ بشكل يجعل أن كل واحد من فرعي الشعاع يلتقي عند نقطة الانعكاس وأن كليهما يكوّنان زاويتين متساويتين مع المستقيم المعياري الذي يمر من تلك النقطة[25]. فيقدم بطلميوس تفسيرات للأجسام التي تبدو فوق أو تحت، يمين أو شمال، قريبا أو بعيدا، وغير ذلك، في الكتاب الثاني من **البصريات**؛ ويقدم تفسيرا لانعكاس الأشعة في المرايا المسطحة والمحدبة، في الكتاب الثالث. ويقدم تفسيرا للانعكاس على المرايا المقعرة أو المرايا المؤلفة من مستويات مسطحة مختلفة، في الكتاب الرابع. ويفسر انكسار الأشعة في الكتاب الخامس (وهو غير كامل). ويفسر الاختلاف بين الانعكاس والانكسار عن طريق اختلاف الوسط الذي تسقط عليه الأشعة : إذ يحصل الانعكاس عندما يصطدم الشعاع بمساحة المرآة أو بجسم لا تنفذ منه الأشعة؛ أما الانكسار فيحصل عندما يقع الشعاع على مساحة شفافة تختلف كثافتها عن كثافة الهواء. وفي حالة الانعكاس تكون زاوية الانعكاس مساوية لزاوية الارتطام تماما، بينما لا تكون الزاويتان متساويتين في حالة الانكسار، نظرا لتغير اتجاه الأشعة بسبب اختلاف الشفيف. لكن التفسيرات المقدمة تقنية أكثر مما هي فيزيائية أنطلوجية.

د ــ إنقاذ الظواهر (أو المظاهر) :

1 ــ تناول أقليدس الظواهر البصرية بناء على المعالجة الرياضية دون أن يبت في مسألة واقعية الأشعة؛ إذ أن ما يهمه هو مناسبة المستقيم والمخروط والهرم في صياغة نتائج الملاحظة. لقد كانت فرضيته القائلة بأن الأشعة تنطلق من العين نحو الأشياء فرضية إجرائية تساعد على هذه الصياغة الرياضية؛ وربما أن أقليدس لم يأخذ تلك الفرضية كتعبير عن حقيقة واقعية. وفعلا فإن وثاقة الصياغة الرياضية لا تدخل فيها الاعتبارات حول ما إذا كانت الأشعة تنطلق واقعيا من العين أو من الأشياء. وربما يتحدث عن انطلاق الأشعة في خطوط مستقيمة من العين نحو الأشياء كفرضية إجرائية فحسب؛ والأساسي عنده هو كون انتشار الأشعة يتخذ شكل خط مستقيم؛ ومن هنا النقص الإبستملوجي في البناء الرياضي الاقليدي

---

(25) C. Ptolemy, *Optics*, p. 131

للنظرية البصرية. كتب لندبرك : «بإيجاز، إذا كنتَ تريد أن تكتفي بما كان يمكن معالجته هندسيا، فإن نظرية أقليدس كانت إنجازا مرموقا؛ أما إذا كنتَ مهتما بأية خاصية غير هندسية للإبصار، فإن نظرية أقليدس لن تفيد في شيء تقريبا»[26]. والمهم أن الوضع الأنطلوجي للأشعة لا يهم أقليدس كثيرا، وإن كان يقول إن الأشعة تصدر عن العين متجهة نحو الأشياء في شكل خطوط مستقيمة. وربما كانت خاصية الاستقامة الهندسية هي التي تهمه عند حديثه عن صدور الأشعة من العين.

2 ـــ كيفما كانت فرضية بطلميوس في موضوع اتجاه الأشعة، فإن كتابه يعبر عن لحظة مهمة في تطور النظرية البصرية، من الزاوية المنهجية : إذ التجربة عنده مجهزة ومؤطرة بوضوح، والعبارة موضوعة في لغة رياضية مناسبة، حيث يترجم الفرضية المقدمة إلى نموذج معبر عنه في أشكال ورسوم هندسية تترجم معطيات عيانية، وذلك في بناء استدلالي مضبوط لا ثغرات فيه؛ وتنسجم القوانين فيما بينها لتكوّن نسقا متماسكا بدرجة مهمة.

3 ـــ أخذ بطلميوس بمبدإ «إنقاذ الظواهر» في ميدان علم الفلك؛ وربما أخذ بنفس المبدإ في علم البصريات أيضاً. لذلك لا يتحدث عن شعاع الضوء كواقعة طبيعية ذات كيان أنطلوجي موضوعي، بل يتحدث عن «شعاع بصري»، مفترضا أن الشعاع ينطلق من العين نحو الأشياء[27]. ولكنه لا يساير أقليدس في كل شيء، وإن كان يردد كثيرا مفاهيم مثل «التيار البصري»[28]، لأنها فرضت نفسها تداوليا، وكأن هناك تيارا متدفقا من العين. كما يستعمل كثيرا مفهوم «القدرة البصرية» أو «الطاقة البصرية»[29]، مما يكشف عن المكانة المتميّزة التي يضع فيها العين؛ كما يبيّن ذلك الموقف تركيزه على النشاط الفيزيولوجي للعين وعلى مكانة

---

(26) D. C. Lindberg, *op. cit*, p. 106 : «In short, if you were willing to confine yourself to that which could be addressed geometrically, Euclid's theory was a brilliant achievement; if you were interested in any of the nongeometrical features of vision, Euclid's theory was next to useless».

(27) Ptolemy, *Optics*, pp. 76-78, 80, 83, 87, 88, 90-92. 98-100, 119-121, 131-3, 135, 146, 224, 225, 229-231, 238-241, 243-247, 254, 257 *& passim*.

(28) Ptolemy, *Optics*, pp. 70, 71, 74, 75, 76, 77, 79, 80, 81, 91, 101, 102, 103, 106, 107, 113, 114, 118, 119, 121, 122, *& passim*.

(29) Ptolemy, *Optics*, pp. 71, 72, 78, 81, 90, 98, 102, 103, 108, 110, 112, 116, 120, 123, *& passim*

العين في الإدراك، على حساب التناول الفيزيائي للضوء. ويتحدث كثيرا كذلك عن «خط الرؤية»[30]، وكأن ما يهمه في الضوء ينحصر في تهيؤه للتناول الهندسي.

4 ـــ لكن المشاكل التي كانت تواجه التجريب في البصريات ليست بنفس حدة المشاكل التي كانت تعرقل الرصد الفلكي، بحكم صعوبة الملاحظة الفلكية. ثم إن النظرية البصرية كانت أنضج نسبيا من النظرية الفلكية، ولذا يمكن القول إن النظرية البصرية لم تعان من مبدإ «إنقاذ المظاهر» بالقدر الذي عانت منه النظرية الفلكية. ورغم ذلك فإن الصياغة الرياضية ابتعدت عن البحث في خصائص الضوء الفيزيائية؛ فلم تتكون نظرية علمية متكاملة تؤلف بين الصياغة الرياضية والإفصاح بوضوح عن واقعية الظواهر التي تعبر عنها. ولعل مؤرخ علم البصريات أ. مارك سميث على صواب حيث يقرر أن «علم البصريات الهندسي الإغريقي، مثل علم الفلك الرياضي الإغريقي، كان خاضعا لإبدال متودولوجي خاص يقع في لائحة [قواعد] «إنقاذ المظاهر». فحسب هذا الإبدال، يكمن العالم الحسي في مظاهر أو خدعات، من بينها أولا مظاهر انعدام الانتظامات وعدم النظام»[31]. ولاشك أن هذا المبدأ الوسيلاني الظاهراني قد وجد طريقه إلى الأساس الابستملوجي للنظرية البصرية، لكن الالتزام به لم يكن بنفس الحدة التي أخذ بها في النظرية الفلكية، نظرا لتمايز الميدانين.

5 ـــ إذن، كل تناول كان يلقى سندا جزئيا مبررا من خلال التصور النظري الشمولي الذي يندرج فيه، ومن خلال المجال التجريبي الذي يقتطعه كل تناول ويستثمره. وبما أن الظواهر البصرية متشابكة وتعني مجالات متعددة، فقد تعثرت النظرية البصرية شيئا ما، ولم تثمر نظرية متماسكة مشتركة مؤهلة لتنظيم الحوار بين العلماء، من أجل تحقيق تقدم سريع في البناء العلمي البصري. وربما كان الأمر شبيها نوعا ما بما حصل في النظرية الفلكية. فقد عرف علم الفلك تصورات مختلفة

(30) Ptolemy, *Optics*, pp. 113, 131, 132, 225, 235 *& passim*

(31) - A. Mark Smith, *Ptolemy's Theory of Visual Perception*, Introduction, p. 19 : «My basic contention is that, like Greek mathematical astronomy, Greek geometrical optics was subject to a particular methodological paradigm that falls under the rubric of «saving the appearances». According to this paradigm, the se sensible world consists of appearances or illusions, primary among which are the appearances of irregularity or disorder».

لم تندمج فيما بينها حتى عصر النهضة؛ وبالمثل عرف علم البصريات ثلاث تصورات : تصور يعتبر شعاع الضوء منطلقا من الأشياء لأرسطو وأبيقور، وتصور يعتبر شعاع الضوء منطلقا من العين لأفلاطون وأقليدس وبطلميوس (وإن بدرجة أقل مذهبية)، وتصور خافت يؤكد على دور خصوصيات الوسط. وغلب على النظرية البصرية التي تبلورت في شكل قوانين رياضية إرجاعُ (أو ردّ) الشعاع الضوئي إلى شعاع بصري، مما قلّص من البحث في خصائص الضوء وانتقاله وانتشاره وانعكاسه وانكساره. كما كتب جيرار سيمون : «نعرف أن علم البصريات الهندسية الإغريقي كان ينبني على فرضية الأشعة البصرية، أشعة تخرج من العين فتشكل مخروطا، وتتوجه في خط مستقيم نحو الأجسام الخارجية. فالأجسام التي تقبل الإبصار هي وحدها التي تصلها تلك الأشعة، وإذن هي التي تقع في نهايات المخروط البصري.

«هذه الفكرة في صدور الأشعة البصرية انطلاقا من العين كانت تسمح بتناول فعل الإبصار هندسيا»[32]. وربما كان التركيز على تهيؤ الأشعة للتناول الرياضي هو الذي جعل البحث يحتفظ بهذه الفرضية ـــ انطلاق الأشعة من العين ـــ لكونها تطابق بين اتجاه المستقيم واتجاه الإبصار. وربما كان ج. سيمون محقا إذ يرى أنه «ليس مثار الدهشة أنه بالرغم من تنوع التفسيرات الطبيعية للإبصار، فإن علم البصريات الهندسية القديم رفع فكرة وجود الأشعة البصرية إلى صف الأولية [البديهية]»[33]. غير أن سيمون يبالغ في تقدير مكانة هذه الفرضية، مدعيا أن علم البصريات القديم يختلف جذريا عن العلم التي تبلور فيها بعد، وأن بين القديم والحديث «تغايرا ثقافيا جذريا»[34]، لأن تطور الأفكار في ميدان البصريات جعل البحث يتخلى عن تلك الفرضية تدريجيا. إن عدم انفتاح النظرية البصرية آنذاك على الفرضيات الطبيعية الأخرى، الأبيقورية وفرضية كتاب **في الألوان** وتلك التي تمزج بين الاثنتين، يجد تبريره في الأخذ بمبدإ «إنقاذ الظواهر» الذي سقطت فيه النظرية العلمية، في علمي البصريات والفلك معا. فلم يهتم العلماء بطبيعة الضوء

(32) Gérard Simon, 'La Notion de Rayon Visuel et ses Conséquences sur l'Optique Géométrique Grecque', *Physis* (pp. 77-112), 31, 1994, p. 79.

(33) G. Simon, *op. cit*, p. 80

(34) G. Simon, *op. cit*, p. 109

لما كان يؤدي إليه الجدال فيها من مزالق ميتافزيقية يصعب اختبارها. وربما كان جلهم لا يعيرون لفكرة اتجاه الشعاع وظيفة تفسيرية ما. فمثلا، كان الاسكندر الأفروديسي يعتبر اتجاه الإبصار غير مناسب كتفسير سببي من أجل فهم ظواهر الطقس(35). وربما نظر العلماء إلى مسألة اتجاه الشعاع كمسألة ثانوية.

هـ ـ تـطــــــورات :

1 ـ تعايشت هذه التصورات لدى الدارسين بين القرنين الثاني والسادس بعد الميلاد؛ غير أن هذا التعايش لم يؤد إلى تكوّن تركيب مثمر، بل كان في شكل ترديد إنجازات العلماء السابقين مع الخلط بين آرائهم. بل دخل الفكر العلمي في لحظة ركود دامت قرونا. وانتقلت هذه التفسيرات المختلفة إلى العلماء المسلمين، فعرف علم البصريات في البيئة الإسلامية نقاشا مثل الذي عرفه في البيئة السابقة. وتطور البحث التجريبي فيه، وبرزت تأليفات مثمرة بين الأفكار تحاول تجاوز الوضع الإبستملوجي السابق (مبدأ إنقاذ الظواهر). وقد تم التجاوز من خلال الدمج بين إيجابيات وسيلانية «إنقاذ الظواهر» (أي استعمال الأداة الرياضية) وواقعانية الظواهر الطبيعية (أي تناول الوقائع كأنطلوجيا مرنة قابلة للبلورة لتستجيب للبناء المفهومي)، واطراح سلبياتهما : فمن سلبيات الوسيلانية استبعاد تفسيرية النظرية العلمية، ومن سلبيات الواقعانية التسليم بوجود واقع ثابت وكأنه هو الذي ينعكس في النظرية العلمية.

2 ـ درس الكندي (800–873م) وقسطا بن لوقا (ت. 900م) وغيرهما التصورات السابقة، واجتهدوا في جزئياتها. فالكندي وقسطا تبنّيا تصور أقليدس، وابن سينا أخذ بتصور أرسطو؛ غير أن تبني اللاحق لتصور السابق لا يعني مجاراته في كل التفاصيل. إذ كتب دفيد لندبرك : «أهمل الكندي المزايا الفيزيائية للنظرية القائمة على صدور الأشعة من الأشياء، من أجل عرض نواقصها الرياضية؛ وأهمل ابن سينا الامكانات الرياضية للنظرية القائمة على صدور الأشعة من العين، من أجل التنبيه إلى زلاتها الفيزيائية»(36). بينما قام ابن الهيثم بتركيب مزايا النظريتين

(35) Alexander Jones, 'Peripatetic and Euclidean Theories of the Visual Ray', *Physis* (pp. 47-76), 31, 1994, p. 61.

(36) David. C. Lindberg, 'The Intromission - Extramission Controversy in Islamic Visual Theory : Alkindi versus Avicenna' in p.K. Machamer and R.G. Turnbull (eds.),p 153.

وانتقاد نواقصهما، فقدم بناء مفهوميا جديدا في تقليد البحث العلمي في البصريات، وذلك في أوائل القرن الحادي عشر الميلادي. لكن التجديد الهيثمي تتويج لسيرورة نقدية وبنائية طويلة ساهم فيها الكندي وقسطا ابن لوقا وابن سهل والقوهي وغيرهم.

3 ــ أخذ الكندي بفكرة صدور الأشعة من العين في شكل قوة نورية، كما أخذ بمنهج الصياغة الرياضية لاقليدس؛ لكنه انتقد هذا الأخير في تفاصيل مهمة؛ وربما لم يطلع على بصريات بطلميوس التي يلتقي معها كثيرا. فلم يأخذ بفكرة اقليدس القائلة إن الرؤية تصدر من نقطة واحدة واقعة فوق القرنية، بل رأى أن الرؤية عمل لنقط كثيرة متصلة فيما بينها. ومن هنا يختلف معه في رأيه القائل إن الأشياء لا ترى دفعة واحدة. إذ تحصل الرؤية عند الكندي دفعة واحدة لأنها تنبعث من نقط كثيرة متصلة من العين. فكانت مساهمة الكندي في صيغة إعادة سبك البناء البصري الأقليدي مع إدماج لأفكار أخرى لأرخميدس وغيره. فكتب مثلا : «وقد قال أقليدس في أول أشكاله، إنه ليس شيء من المبصرات يبصر جميعا معا، وإن البصر ينتقل من شيء إلى شيء، فيظن لسرعة انتقاله أنه يرى (جميعا) معا.

«وهذا قول ظاهر الفساد والخطأ لأنه لا يخلو / انتقال البصر من أن يكون عنده من قدر له مسافة في الطول والعرض أو (لا) مسافة له، أعني نقطة؛ فإن كان إنما يدرك نقطة ثم ينتقل إلى نقطة، فليس يدرك شيئا البتة، لأن النقطة لا طول لها ولا عرض ولا عمق [...]»[37]. فيناقش المسلمات التي «غلّطت» أقليذس، ويبطل استنتاجاته منها، مبرزا أن فكرة أقليدس تؤدي إلى إقرار بأن البصر يدرك أشياء كثيرة في نفس الوقت أو لا يدرك شيئا البتة. وكما أنه يراجع استنتاجات أقليدس، فإنه يراجع فكرة الأشعة البصرية جزئيا.

4 ــ ولدى قسطا بن لوقا إعادة سبك للنظرية البصرية قريبة جدا من التي لدى الكندي؛ إذ يحاول الدمج بين التناول الرياضي والأخذ بواقعية الأشعة الفيزيائية المنتشرة من الأجسام المشعة كالشمس، مقرا بأن الأشعة أصناف ثلاثة : شعاع

(37) أبو يوسف يعقوب الكندي، **في تقويم الخطإ والمشكلات التي لأوقليدس في كتابه** الموسوم بالمناظر، عن رشدي راشد.

- Roshdi Rashed, *Oeuvres Philosophiques et Scientifiques d'Al-Kindî*, vol. 1 : *L'Optique et la Catoptrique*, E. J. Brill, 1997, p. 165.

شمسي وشعاع ناري وشعاع بصري. فكتب : «والشعاع البصري لا يدرك المبصرات إلا بأحد الجنسين الآخرين من الشعاعات، أعني الشعاع الشمسي أو الشعاع الناري، لأن كل واحد منهما يؤثر في الهواء ضياء لا يكون البصر إلا به وفيه»[38]. وهكذا، تطور البحث في الظواهر البصرية بالتدريج، إلى أن وصل مستوى رفيعا لدى ابن الهيثم، من خلال التركيب النظري المندمج بين التناولات المتعارضة القديمة، ومن خلال التجديد في البحث التجريبي.

---

(38) قسطا بن لوقا، **كتاب في علل ما يعرض في المرايا من اختلاف المناظر**، عن رشدي راشد، المرجع المذكور، ص 583.

بعض مظاهر مفهوم العدد في الرياضيات اليونانية وامتداداتها العربية الإسلامية

محمد أبلاغ

كلية الآداب ـــ فاس / ظهر المهراز

«علم الأرتماطيقي وهو معرفة ما يعرض للكم المنفصل الذي هو العدد ويؤخذ له من الخواص والعوارض اللاحقة».

ابن خلدون

مقدمة :

للحديث عن مفهوم العدد في الرياضيات اليونانية والعربية لابد من استحضار أبعاده العلمية ولكن كذلك الفلسفية نظرا للإشكالات المتشعبة المرتبطة به وكذلك لكون المساهمة العربية في هذا المجال غزيرة جدا.

ويمكننا أن نقول بأن المجال الذي سيمكننا من حصر هذه الإشكالات هو مجال نظرية الأعداد لأن من خلالها تم تحليله والكشف عن خصائصه الرياضية والمنطقية.

ومن الملفت للنظر هنا هو أن اهتمام العرب بالمجالات الأخرى من الرياضيات كالهندسة والجبر وحساب المثلثات والفلك كان في بدايته ناتجا عن الحاجيات العملية للمدينة الإسلامية كقسمة المواريث وتحديد التوجه الدقيق للقبلة ورؤية الهلال... إلخ بينما لنظرية الأعداد أبعادا أخرى فلسفية وروحية وسحرية.

I ـــ تحديد مجال نظرية الأعداد :

يقول ابن البنا (ت. 1321م) في **رفع الحجاب** : «ومعنى الأرتماطيقى استقراء

العدد»[1]. حيث أن المقصود هنا بالاستقراء هو فحص العلاقات بين الأعداد لوضع قوانين عامة كما هو الشأن بالنسبة للمتتاليات العددية والهندسية أو طريقة تمكن من التمييز بين الأعداد كطريقة استخراج الأعداد الأولية وتمييزها عن الأعداد المركبة.

ويقول ابن خلدون بالإضافة إلى التعريف الذي عنونا به هذا العرض أن «الأرتماطيقى هو معرفة خواص الأعداد من حيث التأليف إما على التوالي أو بالتضعيف»[2]. حيث أنه حصر الأرتماطيقى هنا في المتتاليات العددية والهندسية.

أما العدد فقد حظي بتعريفين، الأول مأخوذ من **كتاب الأصول** لأقليدس وهو أن **العدد كثرة مركبة من الآحاد** وحد أرسطي وهو **أنه كمية منفصلة ذات ترتيب**[3].

وهكذا سنحاول في البداية أن نقف عند بعض مظاهر نظرية الأعداد عند اليونان في المجالين العددي والهندسي وكذلك الفلسفي لكي نتعرف على امتداداتها العربية الإسلامية.

II ــ نظرية الأعداد اليونانية وامتداداتها العربية الإسلامية :

عندما نقول العلم والفلسفة عند اليونان، فإننا نكون أساسا بصدد الحديث عن نمط الفكر الإنساني النسقي المجرد الذي طور فيه الإغريق العلوم التي ورثوها عن الحضارات السابقة والمعاصرة لهم. هذا النمط الذي يبحث انطلاقا من أسس عقلية نظرية عن أصل الكون والإنسان.

وتدخل الأرتماطيقى اليونانية في هذا الاتجاه، أي أنها تندرج ضمن الاتجاه الفلسفي الذي يقوم على هذا الأساس. أي الذي ينطلق من ملاحظة التناسق التام بين الأعداد للقول بأنها أصل الوجود. وواضح أن الأمر يتعلق هنا بفيثاغوراس

---

(1) محمد أبلاغ، **رفع الحجاب عن وجوه أعمال الحساب لابن البنا المراكشي**، تقديم ودراسة وتحقيق، فاس، منشورات كلية الآداب والعلوم الإنسانية رقم 5، 1994، ص 226.

(2) ابن خلدون، **المقدمة**، بيروت، دار القلم، 1989، ص 482.

(3) **رفع الحجاب... المرجع السابق**، ص 207.

والمدرسة الفيثاغورية في تاريخ الفلسفة وتاريخ العلم. وقد تبعه أفلاطون في ذلك، مما يستدعي الوقوف عند الأصول الرياضية والفلسفية التي يقوم عليها هذا القول.

أول ما يجب الإشارة إليه هنا هو الفرق بين فيثاغوراس وأفلاطون فيما يخص موقفهما من الأعداد والأشكال الهندسية. حيث يرى الأول أنه وحدها الأعداد لها وجود حقيقي، بينما لا تشكل الأشكال الهندسية سوى تمثيلا فضائيا لها. عكس ذلك يراه أفلاطون الذي يميز الأعداد عن الأشكال الهندسية ويرى أن لكل واحد منهما وجوده الفعلي المستقل عن الآخر[4]. بمعنى آخر أن للأعداد والأشكال الهندسية نفس المنزلة الأنطولوجية. فمن المحتمل أن يكون هذا الموقف الأفلاطوني استفادة من المشكل العويص الذي سقط فيه فيثاغوراس الناتج عن وجود الأعداد غير المنطقة التي يمكن التعبير عنها بدقة بمبرهنة فيثاغوراس بالأشكال الهندسية ولا يمكن التعبير عنها بدقة بالأعداد لكون التدقيق فيها غير متناه[5].

وإذا نحن أردنا أن نقف عند الموقف الأفلاطوني من الأعداد فسنجده — حسب أرسطو — يضعها في منزلة متوسطة بين الأشياء المحسوسة والمجردة

---

(4) Léon Robin, **La théorie platonicienne des idées et des nombres d'après Aristote**, Hildsheim, Georg Olms erlagsbuchhandlung, 1963, pp. 287-288.

والجدير بالتذكير هنا أن ما نعرفه عن موقفي أفلاطون وفيثاغوراس مستقى في معظمه من كتب أرسطو، وذلك لكون النصوص السابقة على هذا الأخير قد فقدت. مما يجعل من الصعب التمييز الدقيق للموقف الفعلي لفيثاغوراس وأفلاطون عن التأويل الأرسطي لهما.

(5) حسب مبرهنة فيثاغوراس المباشرة لدينا :

إذا كان ABC مثلثا قائم الزاوية في A فإن : $AB^2 + AC^2 = BC^2$

ونريد أن نجد مثلا $\sqrt{3}$ نلاحظ أن العدد 3 يكتب : $4 - 1$ وبما أن $4 - 1 = 3$ فإن $4 = 1 + 3$ لدينا إذن : $2^2 = 1^2 + \sqrt{3}^2$

ليكن ABC مثلثا قائم الزاوية في A حيث : $AC = \sqrt{3}$ و $AB = 2$ و $AB = 1$

وهكذا من أجل الحصول على [AC] ننشىء مثلثا قائم الزاوية في A حيث : $AB = 1$ و $BC = 2$

C
$\sqrt{3}$
A B

وهكذا استطعنا رسم قطعة طولها $\sqrt{3}$. بينما لو أردنا أن نعبر بدقة بالأعداد عن $\sqrt{3}$ لما أمكن ذلك لمرور التدقيق فيها إلى ما لا نهاية.

ويعتبرها جواهر مستقلة تماما أي أنها موجودات ثالثة مستقلة تماما عن الأشياء المحسوسة والمعقولة.

وسيمكننا هذا الإطار العام للأشياء الرياضية عند أفلاطون من الحكم على موقفه من الرياضيات. فإن كان فعلا قد أعطى لها مكانة عالية في فلسفته تجعلنا نقول أنه وضعها في مرتبة الأفكار أو الصور إلى درجة أنه يمكن القول بأنها حسب نظرية الصور الأفلاطونية هي ما يشكل صورا للأشياء. فإن هذا الموقف المتعالي والثابت لا يمكن إلا أن يبعد الأشياء الرياضية عن الموجودات المحسوسة.

وبذلك يكون أساس الإنتقاد لأفلاطون واقعا على هذا المستوى بالذات. أي أن أفلاطون بوضعه للأشياء الرياضية كحقائق بالفعل ثابتة ومجردة فإنه انتزعها من وجودها الطبيعي، وجعل بذلك كل التقاء بين الطبيعة والرياضيات أمرا متعذرا[6].

وإذا نحن أردنا أن نقف بشيء من التفصيل عند هذه الأصول اليونانية ــ حتى نتعرف على النوافذ التي أطل منها العرب على هذه النظرية ــ فإنه يمكننا أن نميز فيها بين أربعة أصول :

1 ــ فهناك كما قلنا فيثاغوراس والذي قلنا بصدده أنه اعتبر الأعداد أصلا للوجود. وهو بذلك يفسر كل الأشياء حسب شكلها الهندسي، لكن باعتباره الأعداد أقدم من الأشياء الهندسية فإنه كان من الواجب أن يجعل من الأشكال الهندسية مجرد تمثيل للأعداد. لكن هذا الأمر غير واضح تماما بالنسبة لفيثاغوراس.

---

(6) الأفكار الواردة في هذه الفقرة مستقاة من مرجع ليون روبان الوارد أعلاه. وبذلك فإن موقفي أرسطو وأفلاطون من الرياضيات بحاجة إلى إعادة للنظر. حيث يبدو أن أفلاطون قد جعل بموقفه هذا الرياضيات أبعد ما تكون عن الطبيعة وبذلك فمن الخطإ اعتباره أبا للعلوم الحديثة. بينما أرسطو أقرب إلى ذلك حيث أن الرياضيات بالنسبة إليه تجريد بالقول لها من الأمور الطبيعية وبذلك فهي موجودة داخل العالم الطبيعي وليس خارجه. وربما تكون نقطة ضعف الأرسطية هنا هي في جعله مبادىء كل علم مستقلة تماما عن مبادىء العلم الآخر. وهو كما ترى موضوع يحتاج إلى بحث مفرد.
عن المنزلة الأنطولوجية للرياضيات داخل فكر أرسطو، انظر على سبيل المثال:
أبو يعرب المرزوقي، **ابستيمولوجيا أرسطو من خلال منزلة الرياضيات في قوله العلمي**، تونس : الدار العربية للكتاب، 1985.

حيث أننا على سبيل المثال نجده يعتبر العشرة أكمل الأعداد لأنها مكونة من المبادىء الأولى للأعداد. أي الواحد الذي ليس بعدد بالنسبة لكل الرياضيات القديمة والاثنان أول الأزواج والثلاثة التي هي أول الأفراد المركبة والأربعة التي هي أول الأعداد المركبة. إلا أن العشرة أكمل كذلك من جهة أخرى وهي أنها تمثل مثلثا تساوي الأضلاع هكذا :

.

. .

. .

. .

. . . . .

فكيف للأعداد التي هي أقدم في الوجود أن تكون قائمة على الأشكال الهندسية الأحدث منها في الوجود ؟

2 ــ هناك كذلك وبشكل خاص **كتاب الأصول** في الهندسة لأقليدس وأساسا المقالات 7 و8 و9 منه.

حيث تحتوي المقالة 7 على الأسس الأولى التي تقوم عليها نظرية الأعداد، بينما خصصت المقالتان 8 و9 لخصائص الأعداد الأولية والمتتاليات العددية.

وقد تعرف العرب على **كتاب الأصول** لأقليدس من خلال ترجمتين : الأولى للحجاج بن مطر التي قام بها في عهد هارون الرشيد والتي أطلق عليها اسم الهارونية، والثانية التي قام بها في عصر ابنه المأمون وتسمى المامونية وهي التي استعملت أكثر من قبل الرياضيين العرب. أما الترجمة الأخرى فهي التي أنجزها إسحق بن حنين وأصلحها ثابت بن قرة. وبما أن تاريخ ترجمة **كتاب الأصول** إلى العربية غير معروف بشكل دقيق فإنه ربما تكون هناك ترجمات أخرى مفقودة[7].

3 ــ هناك النصوص الفيثاغورية المنخرطة في الفلسفة الفيثاغورية نفسها أي تلامذة وأتباع ومريدي فيثاغوراس. والنص الذي ترجم إلى العربية ونجد إحالات

---

(7) A. Djebbar, **quelques commentaires sur les versions arabes des Eléments d'Euclide et sur leur transmission à l'Occident musulman.** Actes du colloque international «Mathematische Probleme im Mittelalter lateinische und arabische Sprachbereich» Wölfenbüttel Allemagne 18-22 juin 1990, M. Folkerts (édits), Wiesbaden, larrassovitz Verlag, 1996, pp. 104-105.

له في النصوص الرياضية العربية هو كتاب نيقوماخوس الشيرازي **المدخل العددي** الذي يعرف كذلك تحت اسم **كتاب الأرتماطيقى**. فهذا الكتاب ترجم إلى العربية تحت عنوان المدخل إلى علم العدد من قبل ثابت بن قرة في القرن 9م[8] وقد تعرف عليه العرب قبل هذا القرن من خلال ترجمة أنجزها حبيب بن بحريز في القرن 8م[9].

4 ــ وهناك في الأخير «**كتاب الأرتماطيقى**» لديوفونتوس الذي ترجمه إلى العربية قسطا بن لوقا البعلبكي، والذي أدى إلى أبحاث في مجال الجبر خصوصا فيما يخص الأنساق ذات الحلول الصحيحة والمنطقة[10].

إذن فهذه هي النوافذ التي أطل من خلالها العرب على نظرية الأعداد اليونانية. ولن أهتم في هذا العرض بالإرث الفلسفي الأرسطي ولا كذلك بديوفنتس. بل سأشير بتركيز شديد إلى **الأصول** لأقليدس وكذلك **المدخل العددي** لنيقوماخوس.

حيث استفاد العرب كثيرا من المقالة السابعة من **كتاب الأصول** أساسا فيما يخص المبادىء الأولى لعلم العدد. فتم الاعتماد على تعريفاته لتمييز أنواع العدد أي الفرد والزوج وزوج الزوج وفرد الفرد وزوج الفرد ثم الأعداد الأولية والمربعة والمكعبة وغيرها. ولن تثير هذه التعريفات أية مشكلة بالنسبة للرياضيين العرب سوى تعريفين : الأول هو المتعلق بمفهوم الوحدة والثاني المتعلق بتعريف العدد.

حيث يقول أقليدس في صدر المقالة السابعة : «الوحدة هي الشيء الذي به يقال لكل واحد من الموجودات واحد»[11].

فهذا التعريف يعم الواحد الذي هو مبدأ الأعداد والموجودات الواحدة، وبذلك

---

(8) نيقوماخوس الجاراسيني، **كتاب المدخل إلى علم العدد**، ترجمة ثابت بن قرة، نشر وتصحيح الأب ولهم اليسوعي، بيروت، المطبعة الكاثوليكية.

(9) A. Djebbar, **Les nombres figurés dans la tradition mathématique de l'Andalousie et du Maghreb**, Pré-Publications mathématiques d'Orsay, n° 44-85, p. 1.

(10) J. Sesiano, **Books IV to VII of Diophantus Arithmetica in the Arabic translation attributed to Qusta Ibn Luqa**, New York, Heidelberg, Berlin : Spring-Verlag, 1982.

(11) Euclid, **The Thirteen Books of the Elements,** translated with introduction and commentary by Thomas L. Heath, New York; Dover Publications, INC. Vol 2, Livre VII, p. 277.

فهو لا ينفع في استخلاص الواحد الرياضي وتمييزه عن الموجودات الأخرى سواء الذهنية أو العينية. وهذا التعريف أثار أساسا مشكلا فلسفيا حيث نجد ابن رشد على سبيل المثال ينتقد ابن سينا الذي أخلط في نظره بين الواحد الذي هو مبدأ الأعداد والواحد في الجوهر الذي هو مبدأ علم ما بعد الطبيعة[12].

أما التعريف الثاني فهو خاص بالعدد حيث عرف بكونه الكمية المركبة من الآحاد. فاعتبر هذا التعريف غير صحيح من الناحيتين الرياضية والمنطقية.

فمن الناحية الرياضية فهو يخرج الواحد من الأعداد وهو ما ينسجم مع الطرح الأقليدي والقديم بشكل عام والذي يرى أن الواحد ليس بعدد، إلا أنه وكما لاحظه ابن الهيثم سنجد أن أقليدس في بعض أشكال المقالة السابعة يستعمل الواحد باعتباره عددا كغيره من الأعداد الأخرى. كما نجد بعض الرياضيين أنفسهم ــ بالرغم من إقرارهم، مجاراة لأقليدس، على أن الواحد ليس بعدد ــ يستعملون الواحد باعتباره عددا كغيره من الأعداد[13]. وقد أدى هذا التعريف الأقليدي الذي لا ينسجم مع الاستعمال الرياضي للواحد لانتقادات شديدة لأقليدس خصوصا بين الرياضيين في مراكش في القرن 13م. وهو ما يستشف من دفاع ابن البنا على أقليدس كما تبرزه الفقرة التالية التي أوردها ابن قنفذ في كتابه **حط النقاب**، حيث يقول ابن البنا :

> «الواحد عدد بالقوة لا بالفعل، وهو المرتضى عندي وإليه ذهب أقليدس وبهذا يندفع الاعتراض الذي وجهه سيدنا الأستاذ أبو عبد الله الشريف على أقليدس»[14].

أما من الناحية المنطقية فقد اعتبر هذا التعريف غير موافق للحد التام المنطقي الأرسطي. وهذه الانتقادات المنطقية وجهت أساسا من قبل الفلاسفة. ذلك أن ابن سينا هو الذي أوردها معتبرا أن الحد التام يكون بالجنس والفصل النوعي،

---

(12) انظر على سبيل المثال : رفع الحجاب... **المرجع السابق**، ص 86.

(13) ابن الهيثم، **كتاب في حل شكوك كتاب أقليدس في الأصول وشرح معانيه**، طبعة مصورة عن مخطوط مكتبة جامعة إستانبول القسم العربي رقم 800 ومخطوط مكتبة جامعة ليدن رقم 516 شرقي. فرانكفورت : معهد تاريخ العلوم العربية الإسلامية في إطار جامعة فرانكفورت، 1985، ص 290.

(14) رفع الحجاب... **المرجع السابق**، ص 86.

وهو ما لا يتوفر في حد العدد من قبل أقليدس، فالكثرة هي أيضا عدد وليست فصلا نوعيا للعدد(15).

ولابن الهيثم رد وجيه على هذه الانتقادات، غير أننا لا نعرف هل كان ينتقد ابن سينا أم أن الانتقادات التي أوردناها أعلاه سابقة على ابن سينا نفسه. حيث يرى أن التعريف الرياضي لا يستدعي الرضوخ لشروط الحد المنطقي بل يكفي فيه أن يكون دالا على المعنى المقصود(16).

ويختلف موقف ابن البنا عن الموقفين معا، ذلك أنه لا يرفض تدخل الفلاسفة في الأمور الرياضية نفسها وهكذا فهو يصادق على الانتقادات التي وجهها ابن سينا لأقليدس، إلا أنه ينفرد بالتصريح بأن العدد لا يحد من الناحية المنطقية وأن كل ما يمكننا أن نتوصل إليه بصدده هو رسم ذهني يبرز الطابع التجريدي للعدد وهذا الرسم هو **أن العدد ما تألف من الآحاد**(17).

أما من الناحية الرياضية البحتة فيمكن القول بأن مقالات **كتاب الأصول** العددية قد وضعت كأساس لتطوير نظرية الأعداد من خلال الأبحاث المتعلقة بالمتتاليات العددية والهندسية. وكذلك الدراسة المعمقة لخصائص الأعداد الأولية وذلك بدراسة أجزاء الأعداد التامة والناقصة والزائدة وصولا إلى إعطاء ثابت بن قرة للقاعدة التي تعطينا الأعداد المتحابة(18).

أما الكتاب الثاني الذي يهمنا هنا هو كتاب لاقى اهتماما كبيرا من قبل الرياضيين فهو كتاب المدخل إلى علم العدد الذي أشرنا إليه سابقا. وهو كتاب ينخرط في إطار الفلسفة الفيثاغورية كما يبرز ذلك جليا منذ الفقرات الأولى منه. حيث يحيل على فيثاغوراس وتعريفه للفلسفة كمحبة للحكمة، ثم نجده يقول بأن العالم

---

(15) **المرجع السابق**... ص 82.

(16) كتاب في حل شكوك كتاب أقليدس... **المرجع السابق**، ص 291.

(17) رفع الحجاب... **المرجع السابق**، ص 83-82، 207.

(18) انظر على سبيل المثال :

Jan P. Hogendijk, «Thabit Ibn Qurra and the Pair of amicable numbers (17296, 18416). **Historia Mathematica 12** (1985), 269-273.

Sonja Brentjes and Jan P. Hogendijk, «notes on Thabit Ibn Qurra and his Rule for Amicable Numbers», **Historia Mathematica 16** (1989), 373-378.

مخلوق على نسب عددية وأن شكل العالم شكل رياضي كان موجودا في علم الله قبل خلقه. أما المادة الرياضية فهي نفسها التي نجدها في المقالات العددية لكتاب **الأصول** لأقليدس مع الإنفراد بإعطاء جدول الأشكال العددية الذي سنقف بصدده عند الفكرتين التاليتين :

الأولى هي أن هذا الجدول يدعم ما قلناه سابقا من كون الأعداد مبنية على الأشكال الهندسية. أي أنه لبناء الجدول يعتمد على المثلثات والمربعات والمخمسات وسائر المضلعات الأخرى. وهنا يكون العدد مبنيا على الهندسة بالرغم من أن الأعداد أقدم في الوجود من الهندسة وهو إشكال سبقت الإشارة إليه.

أما المسألة الثانية التي نريد الوقوف عندها هنا، فهي التطبيق الدقيق للتعريف الذي أعطاه ابن البنا للأرتماطيقى كاستقراء العدد. حيث سنجده فيما يخص جدول الأشكال العددية يطبقه بدقة، حيث أنه سيبحث عن كل العلاقات الممكنة بين مكونات جدول الأشكال العددية، وسيبرهن بالتالي على أن هذه الأعداد هي على نسبة عددية أي تشكل متتاليات حسابية، ثم سيربط هذا الجدول بنتائج توصل إليها في مجال التحليل التوافقي وهي مسائل مفصلة أكثر في كتاب **رفع الحجاب**(19).

III ـــ مفهوم العدد واللامتناهي :

كلنا يعرف أن التصور الكوسمولوجي الأرسطي للكون هو الذي كان سائدا إلى حدود العصر الحديث. أي التصور القائم على الفيزياء الكلاسيكية الذي يرى أن العالم متناه ومغلق ويعتمد أرسطو على مبادىء فيزيائية لإثبات ذلك.

ومن بين الحجج التي يعتمد عليها هي أنه إذا وجد جسم متحرك لا متناه فينبغي أن يكون محركه غير متناه كذلك وبذلك نكون أمام جسمين غير متناهيين وإذا جمعناهما نكون أمام لا متناه ثالث يستغرق اللامتناهيين الأولين وهكذا. ونكون بذلك أمام شيء شنيع بالنسبة لأرسطو وهو أن يكون ما لا نهاية له أصغر

---

(19) أنظر كذلك :

A. Djebbar, **Enseignement et Recherche mathématiques dans le Maghreb des XIII^e - XIV^e siècles**, Publications mathématiques d'Orsay, n° 81-02, pp. 55-112.

أو أكبر من لا متناه آخر، وبذلك وجب بالنسبة لأرسطو في مبحث السماء والعالم. أن يكون الجسم متناه[20].

ولم تكن بطبيعة الحال للعرب في القرون الوسطى الأدوات الرياضية الحالية لتبيان خطأ التصور الأرسطي. إلا أنهم انتبهوا إلى أن هذه القوانين الأرسطية لا تنسجم مع القدرات اللامتناهية للعقل الإنساني الذي بإمكانه تصور عوالم لامتناهية. حيث بالنسبة لابن البنا فإن العلم أوسع من الوجود[21]. وهو ما عبر عنه الغزالي قبله الذي يقول :

«والعقل يدرك المعلومات والمعلومات لا يتصور أن تكون متناهية. نعم إذا لاحظ العلوم المفصلة فلا يكون الحاضر الحاصل عنده إلا متناهيا لكن في قوته إدراك ما لا نهاية له وشرح ذلك يطول. فإن أردت له مثالا فخذه من الجليات، فإنه يدرك الأعداد ولا نهاية لها، بل يدرك تضعيفات الاثنين والثلاثة وسائر الأعداد ولا يتصور التناهي عليها : بل يدرك علمه بالشيء وعلمه بعلمه بالشيء، وعلمه بعلمه بالشيء. فقوته في هذا الوجه أيضا لا تقف عند نهاية»[22].

إلا أن ثابت بن قرة هو الذي سيخصص رسالة كاملة لهذا الموضوع، وهي رسالة من الضروري وضعها في إطارها الحقيقي كمحاولة للخروج من التصور الأرسطي وللتخلص من القيود التي وضعها النسق الأرسطي في وجه الفكر الوسطوي. حيث أن ثابت بن قرة سيعتمد على نظرية الأعداد للرد على أرسطو. فإن كان هذا الأخير يقول أن اللامتناهي موجود بالقوة وليس بالفعل، فسيقول أن الأشكال الهندسية التي لكل واحد منها خاصية معينة موجودة بالفعل. وأنواع العدد كذلك موجودة بالفعل والأشكال الهندسية وأنواع العدد هي غير متناهية لذلك إذا جاز وجود الأعداد والأشكال الهندسية غير متناهية بالفعل، فيمكن أن نفترض وجود موجودات أخرى هي أيضا موجودة بالفعل وغير متناهية.

---

(20) انظر على سبيل المثال : جمال الدين العلوي، **تلخيص السماء والعالم لأبي الوليد بن رشد**، تقديم وتحقيق، فاس : منشورات كلية الآداب والعلوم الإنسانية بفاس رقم 1، 1984، ص 112، 114، 118، 172.

(21) رفع الحجاب... **المرجع السابق**، ص 84.

(22) أبو حامد الغزالي، **مشكاة الأنوار ومصفاة الأسرار**، تحقيق عبد العزيز عز الدين السيروان، بيروت، عالم الكتب، 1986، ص 126.

أما المسألة الثانية وهي إمكانية وجود ما لا نهاية له أعظم مما لا نهاية له، فإنني سأورد النص هنا كاملا لأنه فيه يحاول إثبات إمكانية هذا الوجود. حيث نقرأ في الرسالة التي هي عبارة عن سؤال وجواب ما يلي :

«وسألناه أيضا عن قضية يستعملها كثير من المفسرين وهي أن ما لا نهاية له لا يكون أكبر مما لا نهاية له. فنبهنا على بطلان هذه أيضا في العدد. فإن العدد نفسه لا نهاية له والأزواج منه على حدتها لا نهاية لها ثم كذلك الأفراد وهذان الصنفان متساويان وكل واحد منهما نصف العدد بأسره. أما تساويهما فبين من أن كل عددين متواليين فأحدهما زوج والآخر فرد. وأما أن العدد ضعف كل واحد منهما فمن قبل أنهما متساويان وهما يستغرقانه وليس له قسم غيرهما، فكل واحد منهما إذن نصف العدد. وقد تبين أيضا أن ما لا نهاية له يكون ثلث ما لا نهاية له وربع وخمس وأي جزء فرض من العدد بعينه.

فإن الأعداد التي لها ثلث غير متناهية وهي ثلث العدد بأسره والأعداد التي لها خمس خمس العدد بأسره، وكذلك تجري الأمور في سائر أجزائه. وذلك أننا نجد في كل ثلاثة أعداد متوالية واحد له ثلث وفي كل أربعة أعداد متوالية واحد له ربع وفي كل خمسة أعداد عدد له خمس»[23].

إذن فمن جهة نظر ثابت بن قرة هناك موجودات لامتناهية أحدها أكبر أو أصغر من الآخر. وأريد أن أثير الإنتباه هنا إلى أن هذه الرسالة ليست بحثا في الأعداد وحدها، بل في الأشياء ذات الطبيعة اللامتناهية كالنفس وعلم الله بالكليات والجزئيات والجواهر والأعراض وهي قضايا كلامية وفلسفية.

خاتمة :

لم تثر بما فيه الكفاية مشكلة التوجهات التي خضع لها البحث الرياضي عند العرب. ذلك أن تعميق النظر في مجال دون الآخر كانت له أسبابه الفعلية في المدينة العربية الإسلامية. حيث سيتم البحث عن موقع نظرية الأعداد من التطور الذي سيحصل في الرياضيات العربية الوسيطة.

سأبدأ بحكم ليوشكيفيتش الذي لم يخصص لنظرية الأعداد إلا فقرات قليلة

(23) Pines, Thabit b. Qurra, **Conception of number and theory of mathematical infinite**. Actes du XI[e] congrès international d'Histoire des sciences. Varsovie. Voll. III, pp. 160-66.

من كتابه، ليحكم في الأخير بأن المساهمة العربية في مجال نظرية الأعداد ضئيلة جدا. ولا يمكن مقارنتها بالإنجازات الضخمة التي ساهموا بها في الهندسة والجبر وحساب المثلثات[24].

حيث سنجد أن جهود الباحثين المعاصرين انصبت أساسا على إبراز دور العرب في هذا المجال، وكيف أنهم قاموا بتطوير ما ورثوه عن اليونان[25].

إلا أنني أريد أن أثير مسألة تخص مسألة نظرية الأعداد هذه وهي أسباب التخلي عن نظرية الأعداد في القرنين 13م و14م. لأنني لا أعتقد أن السبب هو بداية التراجع في مستوى الرياضيات العربية خصوصا وأنها حافظت على مستواها إلى حدود القرنين 15م و16م.

التعليل الذي يقدمه الذين يربطون بين التخلي عن نظرية الأعداد وتراجع مستوى الرياضيات العربية يجد مصدره في مقدمة ابن خلدون، الذي بعد حديثه عن الأرتماطيقى يقول :

> «وهذا الفن أول أجزاء التعاليم وأثبتها ويدخل في براهين الحساب وللحكماء المتقدمين والمتأخرين فيه تآليف وأكثرهم يدرجونه في التعاليم ولا يفردونه بالتأليف. فعل ذلك ابن سينا في كتاب الشفا والنجاة وغيره من المتقدمين. وأما المتأخرون فهو عندهم مهجور إذ هو غير متداول ومنفعته في البراهين لا في الحساب. فهجروه لذلك بعد أن استخلصوا زبدته في البراهين الحسابية كما فعله ابن البنا في رفع الحجاب»[26].

إذن لماذا ترك البحث في مجال نظرية الأعداد، أو على الأقل لم يمنح نفس أهمية مجالات أخرى. الواقع أنه كما هو الشأن اليوم، فإن البحث الرياضي آنذاك لم يكن عشوائيا. وهكذا سنجد أن البحث في قواسم الأعداد والأعداد الأولية وغيرها، سيترك المجال للمجالات الأخرى من نظرية الأعداد التي يمكن إدخالها في إطار أوسع وهو إطار النسبة والتناسب. فنظرية التناسب كانت تعتبر أهم نظرا لفائدتها واستعمالاتها في العلوم. فعلم التنجيم مثلا قائم على البحث عن التناسب

---

(24) A. Youschkevitch, **Les mathématiques arabes**, traduction de K. Jaouiche et M. Cazenave, Paris : Vrin, 1976, p. 69.

(25) انظر على سبيل المثال المرجع المذكور في الهامش رقم 9.

(26) المقدمة... **المرجع السابق**، ص 482-483.

بين المواد ومواقع النجوم والكواكب في السماء. والكسور هي النسبة بين عددين متى كانت جزءا أو أجزاء وهي تستعمل بكثرة في علم المواريث وهكذا. وسينعكس هذا التوجه على التعليم حيث سيتم تفضيل الأبواب الرياضية القائمة على التناسب. لذلك يجب ربط ما قاله ابن خلدون أعلاه بهذه الفقرة من **رفع الحجاب** الذي من أجل الدفاع عن أسباب اهتمامه الكبير بالضرب في كتاب **تلخيص أعمال الحساب**، يقول :

> «ولا يظن ظان أنا طولنا في هذا الباب من الكتاب وكثرنا من غير فائدة (...) لأنا إنما فعلنا ذلك لفوائد وذلك أن هذا الباب هو أول أعمال الأعداد المتناسبة. والنسبة هي قاعدة التعليم والتعلم في كل علم وكل صناعة. فكان هذا الباب أصل أعمال الحساب، كما كان باب الجمع أصل أعمال العدد بالأرتماطيقى»[27].

فهذا هو ربما السبب الذي جعل الاهتمام أكبر بالتناسب في الرياضيات العربية الإسلامية الوسيطة. وهو موضوع سنعود إليه في مناسبة قادمة.

---

(27) رفع الحجاب... **المرجع السابق**، ص 255، ونذكر هنا بأن هذا الكتاب هو شرح لكتاب المؤلف **تلخيص أعمال الحساب**.

نظرة موجزة عن البرهان في الرياضيات عند العرب

مثال : عمر الخيام (1048م/1131م)(*)

حجازي لال ربيعة
المدرسة العليا للأساتذة ــ الرباط

البرهنة على صحة نتيجة ما هو تقديم حجة أو حجج على صحتها، ولكن ليست كل حجة مقدمة برهانا.

في العلوم التجريبية مثلا تقدم التجربة كحجة على صحة نتيجة ما، وفي ميادين أخرى تكفي كلمة شخص أو شهادته لإثبات نتيجة أو نفيها.

أما في الرياضيات، فالبرهان هو استنتاج ضروري وحتمي من نتائج سابقة مبرهن عليها أو متفق عليها أو مسلم بها. إنه تسلسل متواصل يفترض حقائق مبرهن أو متفق عليها سابقا.

ويمكننا أن نتسائل : هل البرهان في الرياضيات مطلق أم هو مرتبط بالحقائق التي نريد التوصل إليها ؟ وهذه الأخيرة هل يجب أن تطابق واقعا ما أم هي نتيجة حتمية لضرورة المنطق ؟

البرهان عند بعض الرياضيين الأوائل هو كشف للواقع الغير المرئي للحواس، فالروح لابد لها أن تدرك حقائق وكُنه الأشياء. وعند آخرين هو إبداع، والبرهان هو ما يميز الرياضيات عن باقي العلوم وقد سماها أرسطو، العلوم البرهانية

(*) **رسائل الخيام الجبرية**، تحقيق وترجمة رشدي راشد وأحمد جبار، جامعة حلب، معهد التراث العلمي العربي، سوريا، 1981.

(La Science démonstrative). ويمكن تصنيف البرهان إلى صنفين : برهان مقنع وبرهان توضيحي.

الصنف الأول يحاول أن يجيب على السؤال، لماذا هذا صحيح ؟ فالعقل يقبل الاستنتاجات ولكن الحدس (L'intuition) ليس مقتنعا بالضرورة.

أما الصنف الثاني فيحاول الإجابة على السؤال التالي : كيف توصلنا إلى هذه النتيجة ؟ نتسائل إذن عن الطريقة، فالنتيجة مقبولة ولكن كيف التوصل إليها، وسقراط كان من المؤيدين لهذا الصنف من البرهان.

على مستوى التدريس، يختزل البرهان في الرياضيات في الاستدلال الاستنباطي وتتجاهل أدواره الأخرى : لأنه أيضا وفي نفس الوقت استقراء، ويمكن من خلاله كذلك خلق وبناء كائنات رياضية، وهو لا يمكن فقط من المعرفة ولكن لماذا هذه المعرفة ولماذا هي ضرورية وكيف توصلنا إليها.

البرهان هو تشعب (Cheminement) يصادف عراقيل وشكوك، فيتحدى الأولى ويحاول إزالة الثانية، وفي نفس الوقت يخلق شروط الوجود والتأكيد. إنه ليس الطريق المعبد الذي يتجاهل الشك.

إن وضع البرهان في إطاره التاريخي يوضح لنا أنه لا يوجد تعريف وحيد لمفهوم البرهان، فركائزه (Fondements) تتغير ومعناه غير ثابت أما أشكاله فإنها تتبدل لأن الوضوح أو معنى الوضوح يتغير عبر التاريخ، ونذكر أمثلة على ذلك للتوضيح :

1 ـــ اليونان، مثلا، كانوا يعتمدون على المرئي (الأشكال الهندسية) للبرهنة على الحقائق وهذه الأخيرة كانت تطابق واقعا ملموسا.

2 ـــ الصينيون كذلك كانوا يعتمدون على الملموس، وهذا يستدل عليه من المفردات المستعملة في بعض البراهين، كبرهان ما يسمى بخاصية فيتاغورس : الأزرق يخرج، الأزرق يدخل، الأحمر يدخل، الأحمر يخرج...

3 ـــ أوقليدس كان يتبنى شكلا لتقديم براهينه، وهذا الشكل يتكون من ست (6) نقط : نص المبرهنة، العرض، إدماج حروف، إعادة النتيجة (التذكير بها)، تحضير الشكل وإضافة ما يجب إضافته ويأتي بعد هذا البرهان، ثم يختم بقوله : هذا ما يراد البرهنة عليه (أو هذا المطلوب) ويرمز له بالحروف : c.q.f.d.

4 ـــ ظهور الهندسات الغير أوقليدية مكن من إعطاء نتائج لا تطابق واقعا ملموسا ولا يعتمد في البرهنة عليها على المرئي أو الملموس.

5 ـــ إقحام الكمبيوتر للبرهنة على بعض النتائج (مشكلة الألوان الأربعة) غير من ركائز البرهان.

هناك وجه آخر يدخل في تاريخ البرهان في الرياضيات، كان أوقليدس يهتم به نادرا، أما أرشيمدس فكان يركز عليه، إنه طريقة اكتشاف أو التوصل إلى البرهان.

أرشيمدس كان يشير إلى طريقة اكتشافه للبرهان : كلجوئه إلى الميكانيكا مثلا، ولو أنه لا يدخلها في البرهان أما أوقليدس، ففي جل البراهين المقدمة في الأصول، فكان يكتفي بتقديم البرهان ولا يشير إلى كيفية توصله إلى هذا الأخير، أما في بعض البراهين فكان يقدم مرحلتين : التحليل والتركيب وهذا الأخير هو البرهان بالنسبة للرياضي : Alexandrins.

هذا الجانب (التركيب) هو الذي ركزت عليه الرياضيات العربية، وأولته اهتماما كبيرا في محاولة منها لتنقيح ما رآه ضروريا وإتمام بعض البراهين «الناقصة» في بعض النتائج الرياضية اليونانية وتوضيح ما كان يبدو غامضا.

فلقد استطاعوا، أثناء دراستهم وترجمتهم لكتاب «**الأصول**»، اكتشاف طرق الاختراع لبعض البراهين في الرياضيات، وأدت بحوثهم إلى إبراز دور التحليل والتركيب في الرياضيات. وتجدر الإشارة هنا إلى مراسلة بن سهل إلى أحد الوجهاء التي تتضمن تحليلا لبعض المسائل الهندسية.

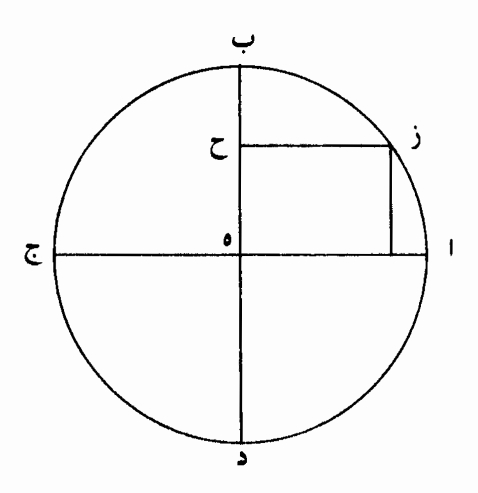
ونشير إلى أن هناك التحليل وبعده تأتي عملية التركيب وهناك التحليل والتركيب في آن واحد. وفي المثال التالي يلجأ الكاتب إلى التحليل لاكتشاف البرهان ثم يليه التركيب وهو البرهان على النتيجة المتوخاة.

المثال من رسائل الخيام الجبرية، ص 80 ونصه كالتالي :

«نريد أن نقسم ربع دائرة أ ب من دائرة أ ب ج د بقسمين على نقطة مثل ز ونخرج عمود ز ح على قطر ب د فيكون نسبة أ هـ إلى ز ح كنسبة هـ ح إلى ح ب وهـ مركز الدائرة وأ هـ نصف القطر [نصف القطر]».

يتبع نص التمرين هذا، نص تتخلله بعض الأشكال الهندسية، وهذا النص يبدأ بالجمل التالية يتبعها شكل هندسي :

«فإننا ننزل أناقد فعلنا حتى يؤدي التحليل إلى أمر معلوم، ثم نركب على تلك الصفة فنعيد دائرة أ ب ج د ومركزها هـ، ونخرج أ ج، ب د يتقاطعان على زاوية قائمة، ونخرج عمود ز ح يكون نسبة أ هـ إليه كنسبة هـ ح إلى ح ب. ونخرج عمودي كـ ز ط، ط ب م ونتمم سطح ط ل بعد أن جعلنا خط ب م مثل أ هـ.

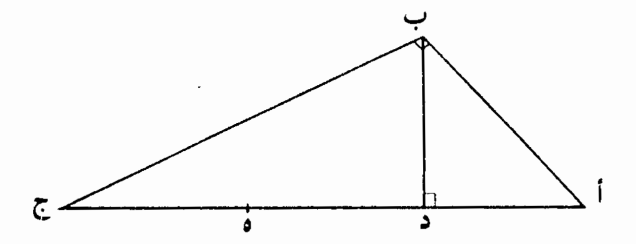


فلأن نسبة أ هـ إلى ز ح كنسبة هـ ح إلى ح ب، وب ح مثل أ هـ....

من خلال البرهان الذي قدمه عمر الخيام يمكن أن نستنتج أن الرياضيين العرب كانوا يهدفون فيما يهدفون إليه تعليم المهتمين طرق البرهان، فهو لم يتمم البرهان الأول ويقول :

«... وإنما أوردت هذه الطريقة مع صعوبتها ليكون شبه تمهيد للمتعلم وتوطئة له، و لم أتممها و لم أركبها على الوجه الهندسي لصعوبتها وكثرتها افتقارها إلى عدة مقدمات (...) فليتمم من شاء من العالمين بقطوع المخروط بعدما تحصلت له الطريقة التي أذكرها».

ويقدم بعد هذا طريقة أخرى تبدأ كذلك بالتحليل فيقول : «فأقول بعون الله : نعيد الشكل فننزل بالتحليل أنا قد فعلنا ما أردنا وصارت نسبة أ هـ إلى ز ح كنسبة هـ ح إلى ح ب (...) فقد أدى التحليل إلى مثلث قائم الزاوية (...) فلما أدى التحليل إلى أعداد وأموال وكعاب متعادلة (...) وبالتركيب نضع خط أ د عشرة، ونضع ب د قائما على خط أ د على زوايا قائمة ومساوية لخط أ ل من الشكل المتقدم (...).



ويختم البرهان بقوله : «فقد قسمنا ربع دائرة بقسمين على نقطة ز وأخرجنا منها عمود ز ح حتى صارت نسبة أ هـ الذي هو نصف القطر إلى ز ح كنسبة هـ ح إلى ح ب، وذلك ما أردنا أن نبين...» (ص 80-97).

نلاحظ إذن أن البرهان مكون من قسمين : التحليل وبعده التركيب. والخيام يتحدث عن الاثنين ويذكرهما في بداية البرهان ويذكر كذلك كيف سيستعمل التحليل في التركيب.

هذين الطرفين في البرهان أو هذه الطريقة نقطة مميزة للرياضيين العرب، فهم لا يكتفون بإعطاء النتائج المتوخاة انطلاقا من المعطيات المتوفرة، وإنما يكشفون كيف توصلوا إلى هذه الطريقة ولماذا هذا التسلسل أو ذلك في البرهان المباشر.

وهذا وجه للبرهان لم يكن العلماء السابقون يكترثون به في أغلب الأحيان ولا بمن يُوجه إليهم النص. فبالنسبة لهم ليس للقارىء الحق في اكتشاف «أسرارهم» وهذا يضفي عليهم هالة من الفخر والاعتزاز.

فعلى القارىء أن يكتشف بنفسه إن أراد أو يقرأ ما بين السطور لكي يتوصل إلى الطريقة التي تبناها هذا العالم أو ذاك أو لماذا استعمل هذه المعطيات قبل أخرى أو هذه الخاصية أو ذلك التعريف، وهذا ليس في متناول المتعلم ويتطلب مجهودا من طرف من له دراية بالموضوع وربما انحرف بالقارىء عن هدفه الرئيسي.

طرق التدليل في التقليد العربي الإسلامي

حسان الباهي
كلية الآداب — ظهر المهراز — فاس

مقدمة :

جاءت الفلسفة اليونانية أحيانا خالصة وأحيانا عبر ثقافات أخرى كالفارسية والسريانية وغيرهما. وكان من الطبيعي أن يتأثر الفكر الإسلامي — إن سلبا أو إيجابا — بمختلف هذه الثقافات وبعلومها خصوصا المنقولة منها. وقد شكل المنطق أكثر المباحث التي أثارت نقاشات ومجادلات بين مختلف الدارسين والفرق الفكرية. حيث اختلف العلماء حوله بين من اعتبره محايدا أو مكملا للنص الديني ومن ثم جواز بل وجوب الاِشتغال به[1]، وبين من اعتبره دخيلا ورفض بل حرم الاشتغال به[2]. وإذا تجاوزنا مؤقتا هذه الاختلافات، فما يمكن التسليم به هو أن دخول المنطق طرح عدة قضايا ومشاكل خصوصا على المستويين العقدي واللغوي، إلى جانب اختلافه من جهة الأصول التي تستند إليها الآليات والأدوات التي يقوم عليها. وهو ما شكل موضع جدال بين مفكري الإسلام الذين تناظروا حول المنطق وتجادلوا حول مدى نجاعته وقدرته على استخراج الأحكام بنفس السبل التي اعتمدها اليونان، خصوصا إذا استحضرنا الإختلافات الموجودة على المستويين المذكورين والتي تفضي بنا إلى الإقرار باختلاف المجال التداولي العربي الإسلامي عن نظيره اليوناني.

---

(1) نذكر على الخصوص موقف الفلاسفة مثل ابن سينا والفارابي وابن رشد...

(2) من بين هؤلاء : الشافعي، أبو سعيد السيرافي، البقلاني، القاضي عبد الجبار، الجبائي، الأنصاري، ابن الصلاح، ابن تيمية، ابن قيم الجوزية، السيوطي، السهروردي، ابن قتادة... مع وجود اختلافات مفاهيمية وتصورية بينهم ترتبط بالأساس بمجال أبحاثهم.

1 ــ مواقف مفكري الإسلام من المنطق اليوناني (الأرسطي) :

1.1 ــ التوجه المدافع عن المنطق :

إذا كان الإعتقاد السائد هو أن الفلاسفة هم الذين انتصروا للمنطق ودافعوا عنه، فإننا نجد كذلك أن من الفقهاء والأصوليين وغيرهم من قام بذلك، إلا أن السمة المميزة لهذا الموقف هو أنهم استخدموا أدلة مشابهة لتلك التي استند إليها خصومهم لإثبات أهمية المنطق والدفاع عنه. فإذا كانت الطائفة التي رفضت المنطق تقر بمخالفته لقواعد المجال التداولي العربي الإسلامي، فإن هؤلاء سيتبنون حججا تبرز الدور الذي يمكن للمنطق أن يلعبه بالنسبة للعلوم الإسلامية، محاولين في ذات الوقت بيان الجوانب التي يناسب فيها المنطق المجال التداولي العربي الإسلامي.

من بين الذين دافعوا عن المنطق وروجوا له نجد ابن حزم الذي سعى إلى إبراز دور الممارسة المنطقية وفوائدها متى استوفت الشروط الضرورية، وقد حدد وظائف المنطق في :

1 ــ **الوظيفة البيانية** : فالمنطق وسيلة لفهم خطاب الشارع وطريق لاستنباط الأحكام.

2 ــ **الوظيفة الإصطلاحية** : فالمنطق يقوم بضبط المفاهيم، ومعرفة وقوع الأسماء على مسمياتها، ومن هنا فهو وسيلة لرفع الغموض والإلتباس.

3 ــ **الوظيفة البرهانية** : ويسعى من خلالها إلى بيان طرق الاستدلال الصحيحة وأشكال القياس المعتمدة في الاستنتاج.

لقد رفض ابن حزم قياس الفقهاء معتبرا أحكامه ظنية وطرق استدلاله فاسدة. وعليه فاعتماده لتخريج الأحكام غالبا ما يوصلنا إلى نتائج خاطئة بل متناقضة. وبالمقابل اعتمد القياس الأرسطي واعتبره طريقا يوصلنا إلى اليقين. وبهذا الصدد نفى أن يكون المنطق لا يسمح بتفسير النص تفسيرا سليما يراعي مقتضيات اللغة العربية.

لقد خالف ابن حزم الفقهاء في المصادر التي تؤخذ منها الأحكام حيث حصرها في أربعة هي : نص القرآن وكلام الرسول وإجماع جميع علماء الأمة أو دليل منها لا يحتمل إلا وجها واحدا. وقد قسم الدليل إلى نوعين أحدهما يقع تحت

النص والآخر تحت الإجماع؛ وقسم الواقع تحت النص إلى سبعة أقسام كلها استدلالات منطقية برهانية وظفت لاستنباط الأحكام الشرعية وهي : 1) الإستدلال بالقياس الإقتراني. 2) اللزوم الشرطي. 3) الإستدلال بالمتلائمات. 4) الإستدلال بالقياس الشرطي المنفصل. 5) الإستدلال القائم على علاقة التعدي. 6) الإستدلال بالعكس. 7) الإستدلال باللزوم. وعلى هذا نخلص إلى أن ابن حزم سعى إلى منطقة الفقه والتأكيد على أن المنطق وسيلة لتقويم أحكام الشريعة وتصحيحها.

ونجد الغزالي (الذي تراجع في مرحلة متأخرة عن بعض أفكاره) يتخذ موقفا مماثلا من المنطق سعى من خلاله إلى تعريفه تعريفا يشمل الفقهيات والعقليات. فالمنطق من وجهة نظره معيار لتمييز الأدلة الصحيحة عن الفاسدة. ومن ثم رفض الدعوى التي قالت بعدم صلاحية المنطق فيما يخص المباحث الإسلامية. فالمنطق بريء من الإتهامات التي ألصقت به، لأنه محايد ولا يتعرض للأمور الدينية لا بالنفي ولا بالإثبات. وبالتالي فهو غير مسؤول عن الأخطاء التي يقع فيها الفلاسفة كلما بحثوا في الإلهيات بالرغم من زعمهم بأنهم التزموا بشروط البرهان. كما حاول الرد على موقف الشافعي القائل بأن المنطق اليوناني يخالف مقتضيات اللغة العربية بإضفاء صبغة عربية عليه من خلال استعارة تعابير المنطق من الفقه وعلم الكلام. كما استهدفت أبحاثه تفقيه المنطق وذلك بأن أسس حدود الفقه وبراهينه على آليات المنطق. حيث طبق مثلا الأقيسة الحملية والشرطية بصنفيها الإقتراني والاستثنائي على المسائل الفقهية، كما صاغ قياس التمثيل على مقتضى نظم القياس البرهاني. وبذلك أكد على أن من لا يحيط بالمنطق لا ثقة في علومه أصلا.

1.1.1 ـ موقف الفلاسفة (ابن رشد نموذجا) :

ينطلق أغلب فلاسفة الإسلام (ومنهم الغزالي) من القول باختلاف الناس في طبائعهم ومسالكهم في طلب الحقيقة(3). فمنهم من يصدق بالبرهان ولا يرضيه إلا القياس التام وهم الخاصة المتمثلة في الفلاسفة بوصفهم أهل التأويل اليقيني.

(3) إذا كان مفهوم الخاصة واضحا عند ابن رشد من خلال تحديده لها في أهل البرهان أي الفلاسفة، فإنه يبقى غامضا عند الغزالي. أما الجمهور أو العامة فالتصديق بالنسبة إليهم يتم حسب الغزالي عن طريق التخيل والمعرفة الحسية المباشرة.

ثم هناك العامة وهم إما أصحاب المعرفة الجدلية التي تشترك فيها طائفتان هما أهل العلم النظري والمتقدمون نسبيا من الجمهور، ويحددها ابن رشد في المتكلمين على الخصوص باعتبارهم أهل العلم الظني، ثم الطائفة الثانية من العامة أو الجمهور وهم أقرب إلى الفطرة ويحتاجون إلى اختلاط الحقائق بالأهواء، ولا يتحقق ذلك إلا باعتماد الأقاويل الخطابية أو ما يجري مجراها. فالمعرفة الخطابية إذن يشترك فيها كل الناس الذين يتوفرون على عقول سليمة. إنها طريقة الجمهور الغالب الذي ليس له حق التأويل.

يتضح من خلال هذه التمايزات أن فلاسفة الإسلام اعتمدوا نفس التقسيمات التي وضعها أرسطو، والتي انبنت على نوع المقدمات المعمول بها. فالبرهان ينبني على مقدمات يقينية في حين أن الجدل يقوم على مقدمات ظنية. وعليه، فالجدل يحتل مكانة وسطى بين الأقاويل البرهانية التي تفيد العلم والأقاويل السوفسطائية التي تقوم على مقدمات مغلوطة[4]. فهو يجاري البرهان من جهة كونه استدلالا صحيحا لكن يختلفان من جهة كون مقدمات البرهان يقينية وصادقة وأولية، بينما مقدمات الجدل ظنية أو محتملة، فهي تقترب من اليقين دون أن تكون كذلك. كما يتميز عنه البرهان باليقين الصادق والتام، وبكونه كلي وضروري ولا يقبل التغير أو الفساد[5]. وعلى هذا، فالجدل حسب أرسطو وتابعيه يستخدم مع القاصرين عن إدراك البرهان فهو يقوم على السجال لأن غايته الإقناع وليس

---

(4) هو قول يقترب من اليقين ظاهريا فقط، لكن في الحقيقة ليس لا يقينيا ولا ظنيا وإنما الغرض منه المغالطة والتمويه.

(5) يتحقق البرهان بتحقق ثلاثة شروط هي : أ) الكلية : أي العمل على الكل، ب) الذاتية : أي الحمل على الذات، ج) الأولية : أي أن تكون المحمولات أولية، بمعنى أن يكون المحمول موجودا وجودا أوليا في الموضوع ودون وسط. فالبرهان لا يمكن أن يقوم إلا على معرفة متقدمة نسلم بها، لأن هناك أمورا لا يمكن أن نبرهن عليها وهي المقدمات الأوائل أو المبادىء الأولى المعروفة بنفسها، كما أن البرهان لا يكون إلا بالمقدمات الكلية، لأن العلم البرهاني يتجاوز الأشياء العينية والمشخصة إلى الحكم الكلي، ويجب أن يكون البرهان من قضايا صادقة وأوائل غير ذات وسط لأن التي تعرف بحد أوسط تحتاج إلى برهان. فمبدأ البرهان إذن هو مقدمة غير ذات وسط، أي التي لا توجد أخرى أقدم منها في المعرفة وفي الوجود، وبالجملة فالبرهان قياس يقيني يفيد علم الشيء على ما هو عليه في الوجود بالعلة التي بها هو موجود إذا كانت تلك العلة من الأمور المعروفة لنا بالطبع.

البحث عن الصحة كما هو حال البرهان الذي يأخذ بالقضايا في حد ذاتها. فالجدل يستند إلى بعد حجاجي يقوم على المشهورات والمسلمات ويرتبط بالذات المتحاورة التي تنطلق من التعارض بحثا عن الإتفاق بواسطة الإقناع. ومن هنا يختلف عن البرهان الذي ينشد القطع ويخضع لقواعد الإستدلال المنطقي.

إنطلاقا من هذه التحديدات سعى فلاسفة الإسلام إلى الدفاع عن البرهان كمسلك للوصول إلى اليقين مع التأكيد على برهانية القول الفلسفي واستبعاد طريقة الجدل لعدم جدواها ومنفعتها في بناء هذا العلم. وهو ما استند إليه ابن رشد للهجوم على المتكلمين ووصفهم بأهل جدل لا أهل حقيقة. ولإثبات أهمية البرهان وأولويته بالنسبة للجدل استهدف ابن رشد تركيز أبحاثه على ثلاثة محاور هي : أ) معارضة المتكلمين، ب) الرد على الغزالي، جـ) الهجوم على الفقهاء. ففي ما يخص المتكلمين نجده يركز على المعتزلة والأشاعرة على الخصوص، في الوقت الذي يكتفي فيه بانتقادات عابرة للفرقتين الحشوية والباطنية. ويبدأ انتقاداته بالقول بأن المتكلمين ليسوا مؤهلين للخوض في المسائل العقلية لأنهم أهل جدل، وبالتالي فقد أفسدوا العقيدة بمناهجهم هذه وفرقوا بين الناس بتأويلاتهم التي صرحوا بها للجمهور. ويعبر ابن رشد عن موقفه قائلا : «لم يعرف أهل الأرض قوما فرق بينهم الجدل وتوزعوا شيعا وأحزابا مثل هؤلاء الذين يسمون بالمتكلمين»[6]. لقد تتبع معظم أقاويلهم وأغلب مقدماتهم ليخلص إلى أنها ليست برهانية بل جدلية وخطابية في معظمها بشكل يجعلها تخالف الشرع والعقل معا. بل يؤكد من خلال تحليلاته أن بعض مقدماتهم تنطوي على مغالطات خصوصا عندما يأتون بأدلة من الفلسفة اليونانية ليعرفوها ويخرجوها عن سياقها. ويستشهد على هذا بقولهم بأن اقتران الجوهر الفرد بالعرض يدل على حدوثه. فهم قد استدلوا به على عكس ما هو عليه الأمر عند اليونان. كما ينتقدهم لكونهم صرحوا بتأويلاتهم للجمهور مع أن أغلب هذه التأويلات محدثة ومبتدعة. ونجده يعترض على قول الحشوية بأن معرفة الله يتم بالسمع لا بالعقل متهما إياها بالضلال. كما ينتقد قول الباطنية بأن الحدس هو الوسيلة الوحيدة لإثبات العقيدة. فيرد عليها بالقول بأن الأصل

(6) ابن رشد، **مناهج الأدلة في عقائد الملة**، تحقيق د. محمود قاسم، مكتبة الأنجلو، مصرية، القاهرة، 1964، ص 87.

في البرهان على وجود الله وإثبات معتقداتنا هو العقل وليس الحدس. ودليله على زيف ما يقرون به هو أن الشرع خاطب كافة الناس وليس طائفة منهم فقط. وينتقد كذلك المعتزلة لأنها قامت بتأويل آيات وأحاديث كثيرة وفق طرقها التي ليست برهانية وصرحت بهذا التأويل للجمهور(7). كما ينتقد الأشاعرة والمسلك الذي اتبعوه للقول بالجزء الذي لا يتجزأ. بل يعارض مقدماتهم ويؤكد بأن أغلب الأصول التي بنوا عليها معارفهم سوفسطائية. فهذه الفرقة تجحد كثيرا من الضروريات مثل ثبوت الأعراض وتأثير الأشياء بعضها في بعض؛ ومن ثم يقر بأن أغلب أدلتهم خطابية. هكذا هاجم المتكلمين ووصفهم بأهل جدل لا أهل حقيقة وأنهم خطابيون في معظم أدلتهم، وبالتالي فيعالجون مسائل معقدة بعقلية عامية. كما يهاجم الغزالي الذي تبنى في نظره أدلة الأشاعرة وصرح بالتأويل للذين ليسوا أهلا لذلك. ويلاحظ بأن معظم ما كتبه خصوصا في كتاب «تهافت الفلاسفة» لا يمت بأية صلة للقول البرهاني؛ بل هو فقط جرد لأقاويل الفلاسفة مع تجريدها من طابعها البرهان لتصبح ذات منحى جدلي وبالتالي تصبح في متناول الجمهور. وهو ما يتهمه به ابن رشد حيث قام بنفس ما قامت به الفرق الكلامية حينما صرحت للجمهور بتأويلات لظاهر الشرع، في حين أن هناك تأويلات لا يمكن أن يصرح بها إلا لمن هم أهل لذلك. يقول ابن رشد : «فالتأويلات ليس ينبغي أن يصرح بها للجمهور ولا يثبت في الكتب الخطابية ــ أو الجدلية ــ أعني الكتب التي الأقاويل الموضوعة فيها من هذين الجنسين ــ كما صنع أبو حامد»(8). من هنا يؤكد ابن رشد على أن الشريعة تحتوي على ظاهر وهو فرض الجمهور ومؤول وهو فرض العلماء أو الخاصة، وبالتالي فلا يحق لهؤلاء أن يصرحوا بالتأويل للجمهور. أما بالنسبة للفقهاء فقد كان الصراع معهم على أشده. حيث اتهموه بإدخال الفلسفة في الشريعة واعتماده على مذهب التأويل وعلى الأقيسة العقلية، إلخ. وقد هاجمهم ابن رشد واستعمل أدلة مشابهة لتحليل ما حرموه وهو البحث الفلسفي. وقد اتهمهم بسوء استخدام التأويل وبكون قياسهم ظني بشكل يبعده

---

(7) نلاحظ أنه ينتقد المعتزلة عبر تصورات الأشاعرة لقوله بأنه لم تصله مؤلفاتهم وأنه لا يستبعد أن تتشابه طرقهم مع طرق الأشاعرة.

(8) ابن رشد، **فصل المقال فيما بين الحكمة والشريعة من الإتصال ومعه كتاب الكشف عن مناهج الأدلة في عقائد الملة**، دار المكتبة، بيروت، ص 33.

عن الحقيقة «فإن الفقيه إنما عنده قياس ظني والعارف عنده قياس يقيني». ومن ثم دعاهم إلى اعتماد القياس العقلي المنطقي.

بعد انتهائه من انتقاد المتكلمين عمد إلى حصر قضايا علم الكلام التي يجب بحثها في : 1 البرهان على وجود الله. 2) الوحدانية. 3) الذات والصفات. 4) التنزيه. 5) بعث الرسول. 6) القضاء والقدر. 7) العدل والجور ومسألة المعاد وأحواله. وقد بحث في هذه المسائل بأن يورد أدلة المتكلمين ويحللها إلى مقدماتها الأساسية ثم يقوم بإبطالها ليحل محلها أدلته التي تقوم على براهين فلسفية مدعومة بنصوص قرآنية وأحاديث حتى يبين بذلك ما بين الشريعة والفلسفة من اتفاق وأن الحق لا يضاد الحق بل يوافقه ويشهد له. وبهذا الصدد نشير إلى أن ابن رشد يختلف عن الفلاسفة الآخرين في كونه عوض أن يعمد إلى تأويل نصوص الشريعة لإثبات عدم تعارض الفلسفة مع الشريعة يستخرج من النص الديني حكما فقهيا اجتهاديا يقضي بوجوب ممارسة العلوم العقلية. حيث يصبح العلماء وفقا لذلك ملزمين بالبحث الفلسفي والنظر العقلي لكونه يقوم على البرهان الذي هو السبيل الوحيد للوصول إلى اليقين. ومن هنا أهميتها وضرورتها لفهم الشريعة بل ينتهي به المطاف إلى القول بضرورة تعميم النظر البرهاني ليشمل مجمل الإنتاج المعرفي الإنساني. فالبرهان هو الوحيد الذي يعتمد أدلة مؤهلة لفهم الشريعة على عكس الأقاويل الجدلية والخطابية التي يكون مآلها معرفة ظنية فقط؛ وبالتالي يجب استبعادها من مجال الشريعة. ولهذا يتناول النص الديني ليميز في إطاره بين ثلاثة أنواع من النصوص هي :

1 ــ نصوص تفهم منها نفس الدلالة وتلتقي فيها كل طرق التصديق التي هي البرهان والجدل والخطابة، وبالتالي فلا يجب تأويلها.

2 ــ نصوص تقوم على التعبير الحسي والخيالي (التمثيل)، وهي التي يجب تأويلها من قبل أهل البرهان فقط. مع تأكيده على ألا يصرح بهذا التأويل لغير أهل البرهان.

3 ــ نصوص تتردد بين الصنف الأول والثاني حيث يقع فيها شك. وتأويلها هي مسألة اجتهاد فالمصيب فيها مشكور والمخطىء معذور.

نخلص إلى أن ما يميز ابن رشد هو استناده إلى النص الديني ليستخرج حكما

فقهيا يقضي بوجوب النظر العقلي. كما ميز انطلاقا من تصنيف الناس فيما يتعلق بمسألة المعرفة بين أهل برهان وأهل جدل وأهل خطابة؛ وبالتالي لا يحق لأصحاب التأويل اليقيني وهم أهل البرهان أن يصرحوا بهذا التأويل للجمهور لكونهم قاصرين عن إدراك مقاصد البرهان.

2.1 ــ التوجه الرافض للمنطق :

استند معظم الذين رفضوا تطبيق آليات المنطق اليوناني على المباحث الإسلامية إلى اعتبارات لغوية وعقدية بالأساس، إلى جانب احتجاجهم بأن المسلمين استخدموا وقبل أن يتعرفوا على المنطق اليوناني أساليب وطرق تدليلية تتماشى مع ثقافتهم وتساير طبيعة مجتمعهم بشكل يبرز اختلافها من جهة الأصول عن تلك التي اعتمدها اليونان[9]. إنها أدوات وآليات تتماشى مع متطلبات المجتمع العربي الإسلامي ومقتضياته التداولية. وبذلك رفضوا المنطق اليوناني بحجة قيامه على تصورات ميتافزيقية تتنافى في أسسها مع أصول العقيدة الإسلامية. ومن ثم فاعتماده للتدليل على المسائل العقدية يعني استخدام طرق لم ترد لا في الكتاب ولا في السنة ولا عند السلف.

لقد اتخذ الرفض أشكالا مختلفة ومتفاوتة ما بين الأصوليين والمتكلمين والفقهاء وفقهاء اللغة وذلك بحسب مجال البحث المتعلق بكل طرف. حيث سيعمد بعضهم إلى التأكيد على بطلان الموقف القائل بأن المنطق آلة ومدخل لكل العلوم، وأن ذلك ينطبق فقط على العلوم النظرية دون العلوم العملية كعلوم الدين والأخلاق وغيرهما. فلا يمكن تخريج أحكامها وفق نفس الأساليب البرهانية التي تتبعها العلوم النظرية. وفي ظل هذا التناظر والجدال حول المنطق نجد ابن الصلاح يذهب بعيدا في موقفه ويصدر حكما يقول فيه : «ليس الإشتغال بتعلم المنطق وتعليمه مما أباحه الشارع ولا استباحه أحد من الصحابة والتابعين والأئمة المجتهدين والسلف الصالح». ومن ثم أصدر فتوى مفادها «من تمنطق تزندق». كما نجد أن السهروردي يرفض المنطق ويقر بأن الذوق هو أساس المعرفة. وعليه انتقد بعض تصورات أرسطو ومن ضمنها نظرية التعريف التي قال عنها بأنها تقوم على الماهية التي اعتبرت

(9) من بين الحجج التي قدموها كون القرآن استخدم مناحي استدلالية متعددة كالأقيسة الإضمارية وقياس الخلف والعبر والتقسيم والتمثيل...

من المفاهيم التي رفضها المسلمون. ويتجه الشافعي الذي يعتبر أول من وضع أصول الفقه أو ما يسمى بمنطق السلوك الشرعي توجها مماثلا حين رفض المنطق اليوناني. فهذا الأخير يرتكز في نظره على تصورات ومفاهيم مغايرة في أصولها لمفاهيم العقيدة الإسلامية وقواعد اللغة العربية. وقد صرح بموقفه هذا قائلا : «ما جهل الناس ولا اختلفوا إلا لتركهم لسان العرب وميلهم إلى لسان أرسطاطيس»[10]. كما رد معظم المشاكل والبدع التي شهدها العالم الإسلامي إلى الجهل بقواعد اللسان العربي وبالتالي محاولة تخريج الأدلة باعتماد لسان اليونان ومنطق أرسطو، في حين أن القرآن لم ينزل ولم تأت السنة إلا على مصطلح العرب وأساليبهم في الحوار والإحتجاج والإستدلال. ولهذا لاحظ بأن المناطقة يقعون في أخطاء كلما سعوا إلى تخريج مسألة فقهية باعتماد أدوات وأساليب منطقهم. وهو ما انتهى به إلى التأكيد على أن القياس الأصولي يختلف عن القياس الأرسطي[11]. حيث يختلفان من عدة نواحي منها التعريف والحد واختيار المقدمات والشروط التي يقتضيها، إلى غير ذلك من التمايزات التي تجعل أدلة الأصوليين ترتبط أساسا بالجانب العملي.

يعتبر ابن تيمية من الذين انتقدوا المنطق اليوناني بعنف، حيث يقول : «لم يكن أحد من نظار المسلمين يلتفتون إلى طريق المنطقيين، بل الأشعرية والمعتزلة والكرامية والشيعة وسائر الطوائف كانوا يعيبونها ويثبتون فسادها. وأن أول من مزج المنطق بأصول المسلمين أبو حامد الغزالي»[12]. لقد أقر بعدم صلاحية المنطق واعتبره مجرد حشو للكلام. وبناء عليه انتقد البرهان ورفض الدعاوي التي اعتبرته المسلك الوحيد لليقين، وسلم بعدم جدواه خصوصا متى تعلق الأمر بمبحث الإلهيات. لقد ذهب إلى نقضه من جهة الصورة والمادة. فمن جهة الصورة انتقد موقف أرسطو ومعه الفلاسفة المسلمون وأبطل حصرهم لمقدمات القياس في مقدمتين. حيث رفض وقف المعرفة وطلب الدليل على مقدمتين فقط، وهو

(10) جلال الدين السيوطي، **صون المنطق والكلام**، ص 48.

(11) ينقسم القياس عند الأصوليين إلى قياس يقوم على الإرتباط العرضي وقسم يقوم على الإرتباط العلي ويتكون من أربعة أركان هي الأصل والفرع والعلة والحكم.

(12) ابن تيمية : **نقض المنطق**، تحقيق الشيخ محمد بن عبد الرزاق حمزة والشيخ سليمان بن عبد الرحمان الضيع، مكتبة السنة المحمدية، القاهرة.

ما أفضى به إلى انتقاد الحد الأوسط. فالدليل من وجهة نظره يمكن أن يتوقف على مقدمة واحدة أو مقدمتين أو ثلاثة أو أكثر، وذلك بحسب الحاجة. أما من جهة المادة فرفض الدعوى التي اعتبرت القضية الكلية مصدرا للمعرفة، مبينا أن عموميتها مستمدة من الحس الذي يفيد الجزئيات. وعلى هذا رفض التصور الذي قال بأن التمثيل يفيد الظن وأن الكل أو العموم يفيد اليقين. بل يفيدان اليقين حسبه كلما كانت مادتهما يقينية ويفيدان الظن متى كانت مادتهما ظنية. وهكذا ينتهي إلى التأكيد على أن الأقيسة والقوانين التي يستند إليها المنطق البرهاني تهم فقط مجال العقل النظري وغير قادرة على تناول مجال العقل العملي، هذا في وقت يتضح فيه بأن المهمة الأساسية للفكر الإسلامي تتمثل في الجانب العملي الذي يحتل الأولوية بالنسبة لما هو نظري.

يتبين مما أسلفنا ذكره أن معظم الذين تجادلوا حول المنطق سواء برفضه أو بالدفاع عنه يؤكدون أولوية وأهمية الجانب العملي بالنسبة لما هو نظري. ذلك أن الوضع الاجتماعي والثقافي والسياسي الذي عاش فيه المسلمون منذ ظهور الإسلام انعكس على كل المجالات بشكل فرض عليهم فحص العديد من المشاكل المطروحة والسعي إلى حلها. حيث نجد أن من بين المسائل التي طرحت للنقاش مسألة الرد على المشركين وعلى أصحاب الديانات الأخرى مع السعي إلى إقناعهم بالدخول في الإسلام، وكذا ظهور خلافات وصراعات بين الأنصار والمهاجرين بعد موت النبي، ومشكل الردة والزكاة، بالإضافة إلى المشاكل السياسية التي ظهرت بعد مقتل عثمان على الخصوص، وقضايا فكرية أخرى كورود آيات متشابهات في القرآن ومسائل تتعلق بكيفية استنباط الأحكام من الكتاب والسنة... كل هذا سيساعد على ظهور فرق سياسية (دينية) وفكرية (كلامية) ستسعى كل منها إلى معالجة هذه القضايا من وجهة نظرها. هذا الوضع السياسي والفكري جعل من التناظر والتحاور والجدال أحد السبل الرئيسية لبناء اليقين بشكل جماعي. حيث أقيمت مجالس للمناظرة حول قضايا دينية وفكرية متعددة نذكر منها :

- مناظرة للشيعة في مجلس عمر بن عبد العزيز.
- مناظرة عبد الله بن عباس وعلي للخوارج.
- مناظرات المعتزلة ومجادلاتهم للفقهاء.
- مناظرة بشر بن متى وأبو سعيد السيرافي.

إلى غير ذلك من المناظرات التي فرضت على الدارسين ضرورة تناول هذا المبحث بغية ضبطه وتدقيق شروطه.

1.2.1 ـــ الجدل كوسيلة لتحصيل المعرفة :

سنسعى هنا إلى بيان الدور الذي لعبته المناظرة الجدلية كنموذج أساسي للتدليل على التقليد العربي الإسلامي. فبتناولنا للإنتاجات الفكرية التراثية التي تناولت الجدل نلاحظ بأنها تورده إلى جانب مفاهيم أخرى مثل المناظرة والمحاججة والمحاورة والتفكير والتدبر والتأمل والإعتبار والمعارضة والمناقضة إلخ. إلا أن الملاحظ هو أن أغلب الدراسات تربطه بالمناظرة ليؤكد بعضها على وجود اختلافات بينهما تتمثل في أن الغرض من المناظرة هو تحقيق الصواب في الموضوع المنظور فيه، في حين أن الغاية من الجدل هو إفحام الخصم وإلزامه والتغلب عليه بقوة الخطاب، هذا في وقت يرى فيه البعض الآخر عدم وجود اختلاف بين المفهومين. من هنا نلاحظ أن تعاون المتناظرين وسعيهما إلى بيان الحقيقة لا يعني أن ذلك لا يتم بين خصمين لكل منهما حججه التي يمكن أن تتناقض مع حجج الخصم، وعلى هذا فيمكن لمناقشة ما أن تشتمل على المفهومين معا. حيث يبدآن متناظرين طالبين للحق، لكن يمكن لأحدهما أن يتعصب لموقفه ويعاند خصمه ويسعى إلى الزامه برأيه فتنقلب المناظرة جدلا. بل يمكن أن يفضي به تعصبه لموقفه إلى أن ينقلب الجدل مكابرة. ولهذا فلا يمكن رسم حدود واضحة ومحددة بين هذه المفاهيم بقدر ما نقول بأنها تتفاعل فيما بينها. ولهذه الغاية ميزوا الجدل المحمود عن الجدل المذموم، فوضعوا قواعد لتنظيم هذا المبحث أطلقوا عليه «علم الجدل» أو «علم آداب البحث والمناظرة»، وسمي ممارسوه بـ«أهل النظر». يتضح بهذا أن الجدل مسلك لتصحيح كل وضع فاسد وطريق لتمييز الصواب عن الخطأ. وهو ما جعل الفرق الكلامية على الخصوص تعتمده للمحاججة وكأسلوب ناجع لتصحيح والدفاع عن المعتقدات. وهو ما ذهب بهم إلى رفض التصور الأرسطي القائل بأن المعرفة الجدلية تبقى ظنية على عكس الأقاويل البرهانية التي تفيد اليقين. لقد اعتبروا الجدل وسيلة للوصول إلى الحق لكونه لا يتقيد كما هو الشأن عند أرسطو بنسق منطقي محدد (القياس الأرسطي) بل تعددت أساليبه وتنوعت طرقه بشكل يجعله يعتمد على البحث الجماعي عن الحلول. هذا إلى جانب كونه يرتكز على خصوصيات تتحدد أساسا في خضوعه لمقتضيات اجتماعية وثقافية إلخ.

يتبين إذا أن الجدل «نظر» و«مناظرة» القصد منه هو الوصول إلى الحقيقة باعتماد التدافع والتنافي. فالمناظرة تتطلب وجود عارض يعتقد صدق ما يعرضه ومعروض عليه يقتنع بما عرض عليه أو يبطله فيقوم بالإعتراض عليه. فالسمة المميزة لهذا المبحث هو كونه فعل سجالي واقناعي يمكن أن يتبادل فيه المتناظران الأدوار مادام لكل طرف موقف من المنظور فيه يخالف منظور مجادله.

وهكذا فإذا نظرنا إلى الدور الذي لعبه الجدل في الفكر الإسلامي والدور الذي قام به للدفاع عن العقيدة فلا يمكن أن نسلم بالدعوى التي أقرت بأن البرهان هو الوسيلة الوحيدة لإدراك اليقين وأن الجدل يبتغي المعرفة الظنية فقط ويستخدم مع القاصرين عن إدراك البرهان. فإذا استحضرنا العديد من المناظرات التي أقيمت منذ عهد الرسول نجد بأنها تقوم على التحاور والتجادل لغاية إقناع الخصم بقوة الحجة بنتيجة معينة ووفقا لأساليب محمودة حيث شكل هذا المسلك وسيلة لتمييز الحق عن الباطل ومعرفة الرأي الصحيح عن السقيم. وهكذا فهو يختلف عن البرهان من جهة قيامه على مبدإ الخروج عن الذات للوصول إلى الحل بشكل جماعي فالمتناظران يتجادلان ويتساجلان حول موضوع وقع فيه خلاف بينهما وينشدان إعطاء حل أو حلول للمنظور فيه. وبهذه الكيفية أدركوا أن المقام لا يتطلب الكشف عن الصور الإستدلالية الصحيحة أكثر مما يقتضي تقديم حلول للعديد من المشاكل (العقدية والخاصة بالمعاملات على الخصوص) المطروحة مع إقناع الأطراف الأخرى بهذه الحلول.

يفضي بنا ما ذكرناه إلى أنه إذا كان من الصعب وضع الجدل في نفس مرتبة البرهان لإمكان إعادة بناء كل نتيجة نُحصِّلها بواسطة الجدل في ظل ظروف وشروط مغايرة، فإن ما يمكن استنتاجه مع ذلك هو أن سبل إظهار اليقين متعددة. وأن الأمر يتطلب أساسا تمييز اليقين القطعي الذي ينشده البرهان عن اليقين الحجاجي الذي يقوم في معظم الحالات على الترجيح. وعليه فلا يمكن القطع ونقول بأن كل ما لا نصل إليه بواسطة البرهان ليس يقينا. بل إن طرق مدارك اليقين تختلف، وسبل تحققه متعددة. لكن ما يجب التأكيد عليه هو أن اليقين البرهاني نظري وموضوعي، في الوقت الذي يرتبط فيه اليقين الحجاجي بما هو عملي على الخصوص، وبالتالي يبقى خاضعا للشروط الموضوعية والذاتية التي بني فيه. وعلى هذا فإذا كان البرهان يقطع كل الخيوط مع أسباب ومقتضيات بنائه،

فإن نتائج الجدل تتوقف على مدى تحقق عدة عوامل خارجة عنه. من هنا سعى المهتمون بالدراسات الجدلية والحجاجية إلى وضع شروط دقيقة الغاية منها إحكام قوانينه وآلياته. ومن هذه الشروط ما هو عام يصطلح عليها بـ«أخلاقيات المناظرة»، ومنها ما هو خاص تهم السائل أو العارض والمجيب أو المعروض عليه. ويتضح أن القصد الأساسي منها هو توفير أكبر قدر ممكن من الشروط التي تسمح بالحصول على نتائج يقينية أو تقترب من اليقين. ونلاحظ في هذا الإطار أن الشروط المفروضة لا تخص فقط الجانب الفكري بل تتعلق كذلك بالمستوى المادي مثل كيفية الجلوس وغير ذلك. ومن بين الشروط الأساسية التي فرضت على المتناظرين :

1 ـ أن يكون القصد طلب الحق وتبيانه، وليس المباهاة وطلب الجاه والتكسب أو المماراه والمحك والرياء، ولا الظفر بالخصم والسرور بالغلبة. كما يطلب من المتناظرين البعد عن التعنت والمكابرة والتزام الخشوع والتواضع. ومن هنا نصحوا بعدم مناظرة من لم يكن هدفه إظهار الحق.

2 ـ وضعوا شروطا مادية تتجلى أساسا في التوقر في الجلوس وألا يرفع المتناظر صوته أو يخفيه جدا، ولا يعبث بيده أو يكثر الصياح. كما يفترض ألا يناظر في حالة الجوع أو العطش أو في حالة عدم الاستعداد الجسدي أو النفسي.

3 ـ أن يتجنب الجدل بالباطل والجدل من أجل الجدل. وألا يناظر من عادته المضادة والمخالفة، أو اللهو والتسفه في الكلام. ولا تناظر من لم يكن هدفه إظهار الحق.

4 ـ أن يختصر في الكلام ويتجنب اللبس والغموض، ولا يرد على خصمه إلا بعد أن يتم كلامه.

5 ـ أن يحترم كل طرف الطرف الآخر ولا يسيء إليه لا بالقوة أو بالفعل كالتعجب من كلامه أو إحراجه.

6 ـ أن يلائم مقالك مقامك.

7 ـ أن يستخدم أقوى الحجج وألا يستدل بدليل إلا بعد الوقوف على اتساقه وصحته، ويتجنب كل ما ليس له به علم.

8 ـــ تبين الحق وانصره ولو ظهر على يد خصمك.

9 ـــ التزم بكل ما تطالب به خصمك.

هذه هي أهم الشروط العامة التي حددوها للمناظرة، ويتبين أن الغاية منها هو تحديد الشروط الموضوعية والذاتية التي تفضي بالمتناظرين إلى إظهار الصواب وتبيانه. وقد وضعوا كذلك للسائل والمجيب شروطا تخص كل منهما سواء كان السائل مسترشدا أو ناظرا. حيث يفترض من السائل مثلا أن يبين للمعروض عليه مراده من السؤال. كما يطلب من المجيب أن تكون إجابته على قدر السؤال. كما بينوا أوجه الإعتراض التي حددوها في ثلاثة هي المنع والنقض والمعارضة، وحددوا مجموعة من الآفات الفنية التي يمكن أن يقع فيها الجدل، وكذا بعض الحيل التي يمكن أن يستخدمها أحد المتناظرين والتي تفضي في أغلب الأحيان بالحوار إلى الإنقطاع.

نخلص من هذا إلى أن الغاية الأساسية من جملة هذه الشروط هو تحديد أكبر عدد ممكن من الضوابط والآليات التي تسمح بالحوار إلى الوصول إلى نتيجة محمودة، وتحول دون انحرافه لصالح هذا أو ذاك. وبذلك نلاحظ أنها تتعدى كونها مجرد شروط لترد على شكل بناء متسق يجد فيه المتناظرين أنفسهما أمام نسق محكم يعمل على تدريج الدليل من مرتبة القطع إلى مرتبة الترجيح.

لقد كان الغرض الرئيسي من هذه الدراسة هو بيان المواقف المختلفة من المنطق الأرسطي سواء في شكله العام أو فيما يتعلق بالبرهان أو الجدل كأسلوبين للتدليل. وقد أكدنا على أن السمة المميزة لهذا النقاش هو أن علماء الإسلام بمختلف توجهاتهم تجادلوا أو تناظروا حول المنطق والطرق التي يعتمدها في التدليل. كما أن المناظرة لم تحصر في الدفاع عن المعتقدات والرد على الخصوم بل لمناقشة كذلك إيجابيات وسلبيات التراث الثقافي اليوناني والثقافات التي حملت هذا الموروث. حيث لاحظنا أن دخول المنطق إلى العالم الإسلامي شكل مصدرا للنقاش والحوار (مناظرة بشرمة بن يوسف وأبو سعيد السيرافي) بشكل جعله مبحثا للمناظرة الجدلية.

لائحة بعض المراجع

ـ الباجي أبو الوليد، **المنهاج في ترتيب الحجاج**، تحقيق عبد المجيد التركي، بيروت، 1986.

ـ الجويني إمام الحرمين، **الكافية في الجدل**، تقديم وتحقيق وتعليق د. فوقية حسين محمود، مطبعة عيسى البابلي الحلبي وشركاؤه، القاهرة، 1979.

ـ الجويني إمام الحرمين، **البرهان في أصول الفقه**، تحقيق عبد العظيم الديب، دار الأنصار، القاهرة.

ـ السيوطي جلال الدين، **صون المنطق والكلام**، تحقيق علي سامي النشار، منشورات المكتبة العصرية، بيروت.

ـ الغزالي أبو حامد، **محك النظر في المنطق**، دار النهضة الحديثة، بيروت، 1966.

ـ الغزالي أبو حامد، **معيار العلم في المنطق**، تحقيق حسين شرارة، دار الأندلس للطباعة والنشر، بيروت، 1964.

ـ ابن حزم أبو محمد علي، **التقريب لحد المنطق والمدخل إليه بالألفاظ العامية والأمثلة الفقهية**، تحقيق احسان عباس، منشورات دار مكتبة الحيان.

ـ ابن حزم أبو محمد علي، **ملخص إبطال القياس والرأي والإستحسان والتقليد والتعليل**، تحقيق سعيد الأفغاني، مطبعة جامعة دمشق، 1960.

ـ ابن حزم أبو محمد علي، **الإحكام في أصول الأحكام**، تحقيق محمد أحمد عبد العزيز، مكتبة عاطف، القاهرة، 1978.

ـ ابن رشد أبو الوليد، **تلخيص منطق أرسطو**، تحقيق جيرار جيهامي، منشورات الجامعة اللبنانية، بيروت، 1982.

ـ ابن رشد أبو الوليد، **فصل المقال فيما بين الحكمة والشريعة من الإتصال ومعه كتاب الكشف عن مناهج الأدلة في عقائد الملة**، دار مكتبة التربية، بيروت.

ـــ ابن تيمية أحمد، **نقض المنطق**، تحقيق الشيخ محمد بن عبد الرزاق حمزة والشيخ سليمان بن عبد الرحمان الصنيع، مكتبة السنة المحمدية، القاهرة.

ـــ ابن تيمية أحمد، **الرد على المنطقيين**، دار المعرفة، بيروت.

ـــ طه عبد الرحمان، **في أصول الحوار وتجديد علم الكلام**، المؤسسة الحديثة للنشر والتوزيع، 1987.

الخيمياء في العصور الوسطى

زينب أيت حمودي

مقدمة : ما الخيمياء ؟

تعرف الخيمياء (l'alchimie) عادة بأنها «صنعة تحويل المعادن» (L'art de transmutation des métaux)، وبأنها (l'alchimie) «كيمياء العصور الوسطى». فلقد تطورت الخيمياء في العصور الوسطى وهي تبحث في طرق تحويل المعادن، وبشكل خاص تحويل المعادن الرخيصة (Les métaux viles) كالنحاس والرصاص، إلى معادن نفيسة كالذهب والفضة . وبذلك، فهي تعتبر تقنية (Une technique) تهدف إلى تحويل المادة. إلاّ أن هذه التقنية ترتكز على نظريات خاصة ببنية المادة وعلى فلسفة معينة للطبيعة. وهذا ما يميز الخيمياء عن مجرّد الصناعة الحرفية، ذات الطابع العملي والتي كانت معروفة منذ أقدم العصور. فهي تمثل بداية الارتباط بين الجانب العملي والجانب النظري. على عكس ما نجده في العصور القديمة عند الإغريق، حيث كان الجانب التقني والجانب الفكري منفصلين تماماً. فللحرفيين اهتماماتهم العملية، وللفلاسفة تأملاتهم الفكرية.

أولا : المراحل الأساسية لتطور الخيمياء :

أ ـــ نشوء الخيمياء في الإسكندرية :

لقد كانت بدايات الخيمياء في مدينة الإسكندرية التي أسسها الإسكندر الأكبر في حوالي سنة 323 ق م. ففي هذه المدينة التقت حضارات مختلفة ومعارف متنوعة.

فامتزجت الفلسفة اليونانية بمعارف المصريين العملية والسحرية، وبالتنجيم البابلي والمثالية المسيحية وبالأساطير والخرافات الوثنية. فكانت نشأة الخيمياء

وكانت أول المؤلفات في هذا الميدان بالإسكندرية بدءا من القرن الثالث الميلادي. وتمثل الفترة الممتدة ما بين نهاية القرن الثالث وبداية القرن الخامس الميلادي العصر الذهبي لخيمياء بالإسكندرية حيث كان هناك تطور في الجانب العملي وبالتحديد في طرق التعدين وصناعة الزجاج، تقليد المعادن الثمينة وصناعة أشباهها، وصف عدة مواد وتفاعلات كيميائية، وصف عمليات كيميائية كالإذابة والترشيح والصهر والتصعيد والتقطير.

كما إشتهر عدة خيميائيين في هذه الفترة ومنهم :

— زوسيموس (Zozinc بداية القرن 4م).
— مارية اليهودية (Marie la Juive القرن 4م).
— سينسيوس (Synésius نهاية القرن 4م).
— أولمبيدور (Olympidore بداية القرن 5م).

ب — انتقال الخيمياء إلى العرب :

لقد أولى المسلمون إهتماما كبيرا للعلم والتعليم. ففي القرن السابع الميلادي، ازدهرت الحركة العلمية في بلاد الإسلام، وشجع الخلفاء نقل العلوم وترجمة الكتب العلمية إلى العربية. فانتقلت الخيمياء إلى العرب وبصورة خاصة عبر مدينة الإسكندرية. ويعتبر الأمير الأموي خالد بن يزيد بن معاوية أول من نقل الكتب الخيميائية في الإسلام، وكما زعموا، فإنه كان أيضاً من المشتغلين بها، فهو بذلك يعدّ الرائد الأول للخيمياء العربية الإسلامية.

لقد ساهم العرب بشكل فعال في تطوير الخيمياء، فجعلوا منها موضوعا منهجيا خاضعا للتجربة والاستنتاج. ففي المؤلفات التي سبقت زمن المسلمين، لا نجد أثرا للتفكير العلمي المنهجي. فامتازت الخيمياء العربية ببداية ظهور المنهاج العلمي والتفكير العلمي والاستنتاج المنطقي في البحث. كما نجد، لأول مرة، محاولة تقسيم المواد وتصنيفها مثلما في التقسيم الذي اقترحه الرازي في كتابه **الأسرار وسرّ الأسرار**، إضافة إلى ذلك، فلقد ساهم الخيميائيون العرب في اكتشاف الكثير من المواد الكيميائية والعمليات الكيميائية، وقدموا الوصف الدقيق للعمليات الكيميائية كالتقطير والترشيح والإذابة، والتصعيد والتشميع والترسيب، إلخ، إستخراج

الأوزان النوعية للكثير من المواد، وبداية تطبيق الخيمياء في مجال الطب وتحضير الأدوية.

ومن أشهر الخيميائيين المسلمين أبو بكر الرازي (توفي حوالي 930م) وابن سينا (980-1036م). إلاّ أن جابر بن حيان (720-800م) يعد هو عملاق الخيمياء العربية الإسلامية. فلقد ساهمت أعماله بشكل فعّال في تطوير الفكر الخيميائي القديم، فسيطرت نظرياته في **تكوين المعادن والموازين** لمدة تقارب الألف سنة.

ج ــ انتقال الخيمياء إلى الغرب :

في الوقت الذي أخذت فيه الحركة العلمية عند العرب تعرف الجمود، نشأ في الغرب إهتمام كبير بالعلوم والمعارف العربية، إنطلاقاً من مناطق الاحتكاك بين الغرب والحضارة العربية الإسلامية وهي بلاد الأندلس وصقلية. فتوافد على هذه المناطق طلاب العلم والمعرفة من مختلف أنحاء الغرب، وظهرت حركة نشطة لنقل التراث العلمي العربي وترجمته.

ففي **القرن الثاني عشر الميلادي**، كانت بداية دخول الخيمياء العربية إلى أوروبا، بحيث ظهرت كتب الخيمياء العربية الأولى المترجمة، واستمرت عملية الترجمة إلى غاية القرن السادس عشر ميلادي. فكانت أوائل المؤلفات الخيميائية في القرن الثالث عشر والقرن الرابع عشر الميلادي في الغرب تعتمد اعتماداً كليا على الترجمات اللاتينية للمؤلفات العربية.

ومن أشهر الخيميائيين الغربيين :

Saint Albert le Grand (1193-1280) إهتم خصوصاً بالجانب التجريبي.

Roger Bacon (1214-1294) يعد من أكبر العلماء في القرن 13م اهتم على الخصوص بالأبحاث التجريبية حول تحويل المعادن.

Arnauld de Villeneuve (1245-1313) اتسمت أبحاثه بالطابع الفلسفي.

Petrus Bonus (عاش في النصف الأول من القرن 14م).

Nicolas Flamel (1330-1418م).

Thomas Norton (عاش في القرن 15م).

George Ripley (1450–1490م).

د ـــ تراجع الخيمياء ونشوء الكيمياء الحديثة :

لقد شهد الغرب في القرن (16م) السادس عشر الميلادي قيام النهضة الحديثة (Renaissance) التي شملت المجال الأدبي والفني والديني والعلمي. وكان لهذه النهضة تأثير واضح على الفكر الخيميائي، بحيث ظهرت، اهتمامات جديدة :

ـــ تسخير الخيمياء في خدمة الإنسان، وفي هذا الميدان، نجد بشكل خاص العالم Paracelse (1493–1541م) الذي أعطى طابعا جديدا للبحث الخيميائي وذلك بتوسيع تطبيقه في مجال الطب وتحضير الأدوية.

ـــ تطوير خيمياء تجريبية يكون فيها الجانب النظري مبنياً على أساس التجربة والتحقق من الفرضيات.

تميزت الخيمياء في هذه الفترة بتطور النشاط التجريبي، وساهم ذلك في التعرف على عدد أكبر من المواد الكيميائية. وتعتبر أعمال العالم Robert Boyle (1627–1691م) حول قانون انضغاط الغازات من الأعمال التجريبية الأولى التي اتسمت بالدقة وبالاستعمال الواسع للميزان. كما يعد أول من أشار إلى **مفهوم العنصر الكيميائي** الذي يتناقض تماما مع نظرية أرسطو للعناصر الأربعة، إلا أنه لم ينجح في إثبات ذلك على المستوى التجريبي. وتعد هذه الخطوة بداية تراجع الخيمياء، وبداية إنهيار أسسها النظرية. فلقد إنقسم الخيميائيون بين أولئك الذين هدفهم البحث العلمي، وإلى الذين هدفهم تحويل المعادن إلى ذهب.

وبحلول القرن الثامن عشر، وضع العالم الألماني Stahl (1660–1734) نظرية الفلوجستين (Phlogistique) في تفسير عمليات الاحتراق، فكانت أول نظرية خيميائية تقترح تفسيرات منسجمة مع المشاهدات التجريبية المتعلقة بالاحتراقات. فلقد سادت هذه النظرية طوال القرن الثامن عشر، في حين تقهقرت الخيمياء وفقدت الكثير من سطوتها. وفي نهاية القرن الثامن عشر، كانت القطيعة الكلية. حيث تمكن العالم الفرنسي Lavoisier (1743–1794) من خلال أبحاثه حول الغازات، من وضع نظرية الأكسدة (La théorie de l'oxydation)، وكذا

مفهوم العنصر الكيميائي (La notion d'élément chimique) الذي يتناقض تماما مع فكرة تحويل المعادن. فالماء الذي هو أحد العناصر الأساسية الأربعة في نظرية أرسطو هو في الحقيقة جسم مركب، بحيث يحتوي على عنصرين أساسيين هما الأوكسجين والهيدروجين. والهواء أيضا، هو جسم خليط، يتكون من الغازات : الأوكسجين، الهيدروجين، النتروجين، ثاني أوكسيد الكاربون،...

وهكذا لفظت الخيمياء آخر أنفاسها وكان ميلاد الكيمياء الحديثة.

ثانيا : ملامح الخيمياء في العصور الوسطى :

تتلخص أهم الخصائص العامة التي امتازت بها الخيمياء خلال العصور الوسطى فيما يلي :

أ ــ تأثر الخيمياء بالفلسفة اليونانية :

لقد تأثر الخيميائيون باتجاهات الفلسفة اليونانية في تفسير طبيعة المادة. ويبدو هذا واضحاً في تبنيهم لنظرية العناصر الأربعة. فلقد افترض أرسطو (Aristote) (384—322 ق.م) أن المادة تتكون بالأصل من هيولى أو مادة أولى قبل أن تتخذ صور الأجسام المتميزة. هذه المادة الأولى يمكن أن تتخذ جميع «الصور» الممكنة، وعندما تتخذ أبسط صورة، فإنها تظهر على شكل أربعة عناصر أولية هي : النار، الهواء، الماء، التربة.

وهناك أربعة خواص أولية، بحيث يتصف كل عنصر من العناصر الأربعة باثنين منها، وهي الرطوبة، اليبوسة، السخونة والبرودة. فالنار ساخنة ــ يابسة، الهواء ساخن ــ رطب، الماء بارد ــ رطب، والتربة باردة ــ يابسة.

وهذه العناصر الأولية يمكن أن يتحول بعضها إلى الآخر من خلال الخاصية التي تكون مشتركة بينهما، فالنار يمكن أن تتحول إلى هواء من خلال الخاصية المشتركة : السخونة. والماء يمكن أن يتحول إلى تربة من خلال خاصية البرودة، إلخ...

إذن، فالاختلاف من مادة إلى أخرى هو في «الصورة» فقط والتي يقصد بها الخواص الظاهرية، التي تتحدد تبعاً لنسب العناصر الأولية الموجودة فيها.

وهكذا، ظهرت فكرة تحويل المعادن، بما أن المادة الأولية هي واحدة ولا تتغير.

وبالتالي، يمكن تحويل مادة إلى أخرى وذلك بتغيير نسب عناصر المادة الأولى لكي تصبح مساوية لنسب عناصر المادة الثانية. فلقد اعتقد الخيميائيون في إمكانية تحويل المعادن الرخيصة كالنحاس والرصاص والحديد والقصدير... إلى معادن نفيسة كالذهب والفضة. إذ خدعتهم بعض الظواهر الكيميائية والمشاهدات خلال التجارب مثل : ترسب النحاس على صفائح من الحديد المغمورة في محلول كبريتات النحاس وكتكون كرة صغيرة من الفضة عند تسخين كبرتيد الرصاص في بوثقة من رماد العظام،.. إلخ. وغيرها من الظواهر الكيميائية.

ب ـــ الاعتقاد بأن المادة كائن حي :

إنّ نظرية أرسطو في طبيعة المادة، والتي تفترض تكوّن كل الأجسام من نفس المادة الأساسية، تؤدي إلى الاعتقاد بأن كل الموجودات في هذا الكون هي من نفس الجوهر، فلا فرق بين الجماد والكائن الحي. أي أن جميع الأجسام تملك روحا. فهي تحيا حياة داخلية وتحولاتها هي ظواهر ذات طابع بيولوجي.

وهكذا نجد أن الخيميائي في العصور الوسطى كان يتعامل مع المعادن باعتبارها كائنات حية. فكان يعتقد أنها قد تصاب بالمرض كما يمكنها أن تشفى من ذلك وتصبح بصحة جيدة. فالذهب هو الصورة التي يأخذها المعدن عندما يكون في صحة جيدة في حين أن المعادن الرخيصة هي معادن مريضة (Des métaux malades).

فهو عندما يحاول تحويلها إلى ذهب فإنه يعالجها بأن ينتزع الخصائص الناقصة من المادة الأساسية، ويجعل مكانها خصائص الذهب الكاملة التي تمثل حالة الصحة الجيدة. ولمعالجة المعدن المريض، فإن الخيميائي يبدأ بإيجاد الدواء المناسب وهو ما يسمى بالإكسير (Elixir). ولا يقتصر فعل الإكسير على تحويل المعادن فقط، بل إنه يمكن أن يعالج الإنسان المريض ويعيده إلى حالته الطبيعية. فنجد عند جابر بن حيان أن الإكسير له قوة علاجية شفائية عجيبة، فهو يجلب حالة التوازن المفقودة لكل من المعدن الرخيص والشخص العليل. أمّا في أوروبا خلال العصور الوسطى، فلقد ذهب الخيميائيون إلى حد الاعتقاد بأنه يجدد الشباب للإنسان ويمنحه الخلود الأبدي.

ج ــ تأثر الخيمياء بالتنجيم :

يعتبر علم التنجيم فنا قديما، نشأ في بلاد ما بين النهرين وتطور في القرن السادس والخامس قبل الميلاد. وكان يعتقد أن هناك علاقة وثيقة بين الكواكب السيارة والنجوم من جهة والأجسام الأرضية وحوادث الحياة اليومية من جهة أخرى.

ولقد تأثرت الخيمياء بالتنجيم، بحيث شاع إستخدام الخيميائيين للاصطلاحات والرموز النجمية، فلقد أطلقوا بالترتيب المصطلحات الآتية : شمس، قمر، زهرة، مريخ، عطارد، زحل، مشتري للتعبير على المعادن السبعة الآتية : ذهب، فضة، نحاس، حديد، زئبق، رصاص، قصدير. ولا تقتصر العلاقة بين الكواكب والمعدن على مستوى الرموز والمصطلحات والرسوم فقط، بل هي أعمق من ذلك، وتتعداه إلى إعتقاد الخيميائيين بأن الكوكب هو أصل تشكل المعدن المرافق له، فهو يشرف على تكوّنه ونموه ونضوجه في باطن الأرض. فالمعدن ينمو تدريجياً متدرجاً في سلم من التطور وفق الترتيب : حديد ← نحاس ← رصاص ← قصدير ← زئبق ← فضة ← ذهب، حتى يصل مرتبة الذهب التي تمثل إكتمال نضج المعدن.

وتستغرق هذه العملية مئات السنين، لذلك فعندما يحاول تحويل المعادن الرخيصة إلى ذهب، فهو يقلد فعل الطبيعة ويساعدها مكملاً عملها في وقت أقصر باستخدام عامل مساعد هو الإكسير.

ومن جهة أخرى، فإن الخيميائي يعتقد أن للكواكب تأثيراً حتى على مجرى التجربة التي يقوم بها. فهو يعتقد أحيانا أنّه من الواجب ترقب وضعية معينة للكواكب والنجوم حتى يزيد من حظوظ نجاح تجربته.

د ــ إمتزاج الخيمياء بالدين :

تميزت الخيمياء في العصور الوسطى بنوع من التقديس والإحترام. وكثيراً ما سميت بـ«الصنعة الإلهية» أو «الصنعة الهرمسية» (L'art Hermétique). ففي الإسكندرية، كانت المعرفة الخيميائية تنسب إلى الشخصية الأسطورية «هرمس البابلي» الذي أنزل هذه المعرفة على الإنسان. لذلك فهي كاملة ومقدسة (Art Sacré) ولا يمكن أن ينقص أو يضاف إليها أي شيء. فعلى عكس الباحث العلمي الحديث الذي يريد أن يكتشف الجديد، فإن الخيميائي في إبحاثه يريد إيجاد «السرّ

القديم» الذي أعطاه «هرمس» للإنسان، وقد يعدّ هذا سبباً رئيسياً في كون النظريات الأساسية للخيمياء لم تتغير كثيراً خلال العصور الوسطى.

ولقد كانت هناك علاقة وثيقة بين ممارسة الخيميائي وفكرة إكمال النفس وتطهيرها لتطلب الخلاص المادي والخلاص الأبدي. فهو يرى أن المعادن الرخيصة تمثل حالة الخطيئة والإثم. وتحويلها إلى ذهب يمثل خلاصها وتحويلها إلى حالة من الطهر والكمال. كما يعتقد أن نجاح التجربة تعتمد أساساً على طهارة النفس وعلى العناية الإلاهية. فكثيراً ما كان الخيميائي يتوسل بالدعوات والتراتيل الدينية والعبادة حتى تنجح تجربته.

وهكذا، فلقد اتجهت الخيمياء في العصور الوسطى نحو الغموض والسرية. فكان الخيميائيون يحرصون على التستر والتخفي ويستعملون الرموز وألفاظ المجاز والتعمية قصد كتم معلوماتهم عن العامة من الامتهان.

بيبلوغرافيا :

1- Alleau, R (1990), «L'Alchimie», In **Encyclopédia Universalis**, Corpus 1, pp. 710-720.

2- Guanzenmuller, W. (1974), **L'Alchimie au Moyen Age**, Verviers, Edition Marabout.

3- Guillerme, J. (1985), «Histoire de la chimie», In **Encyclopédia Universalis**, Corpus 4, pp. 746-749.

4- Taton, R. (1966), (Sous la direction de), **Histoire générale des sciences : La science antique et médiévale,**, Tome 1, Paris : P.U.F.

5- Hutin, S. (1991), **L'Alchimie**, Paris : P.U.F, Collection Que sais-je ?

6- Vidal, B. (1985), **Histoire de la chimie,** Paris : P.U.F, Collection Que sais-je ?

7 ــ فرات فائق خطاب، (1977)، «قصة الرموز والمصطلحات والمعادلات في الكيمياء القديمة»، **مجلة المورد**، العدد 4، ص ص 135-157.

قراءة في كتاب الطبيعة لأرسطو

سالم يفوت
كلية الآداب — الرباط

مقدمة :

يحتل كتاب **الطبيعة** مكانة متميزة في مجموع ما كتبه أرسطو في الطبيعيات إلى حد أن بعض الدارسين يعتبرونه المدخل والمقدمة لكل ما ألفه أرسطو بخصوص بعض النقاط أو الجوانب التفصيلية من الطبيعيات. فهو أكثر تلك المؤلفات عمقا من الناحية الفلسفية نظرا لأن أرسطو سلك فيه طريقة قوامها طرح قضايا ذات طابع أعم وأشمل، فهو مدخل للعلوم الطبيعية مثلما تصورتها المنظومة الأرسطية.

لكل ذلك، آثرنا أن ينصرف اهتمامنا إلى القيام بدراسة لكتاب **الطبيعة** نحاول من خلالها إثارة قضايا متعلقة بموضوع الفيزياء في تصوره الأرسطي وأخرى متعلقة بالمنهج الفيزيائي. وسوف نكتفي في هذا المقام بمدخل نتناول فيه جانبا من قضايا الموضوع له صلة بمنزلة الفيزياء في المنظومة الفلسفية للمعلم الأول ومبادىء علم الطبيعة لديه ثم بالمفهوم الأرسطي للطبيعة.

منزلة الفيزياء في المنظومة الفلسفية الأرسطية :

تعني لفظة **فيزياء**، في المعجم الأرسطي، **علم الطبيعة** أو **فلسفة الطبيعة**. وموضوع هذا العلم رحب وشاسع لو قارناه، مثلا، بموضوع الفيزياء الحديثة، فهو يشمل، إضافة إلى الظواهر الطبيعية، أو ظواهر العالم المادي، الوقائع النفسية بصفتها متعلقة بالبدن، الذي يندرج في عداد موضوعات الفيزياء بالمعنى الأرسطي. وعليه، فإن الفيزياء، بهذا المعنى، تدرس كل الظواهر الطبيعية.

إلا أن هذه الفيزياء، في دراستها لتلك الظواهر، لا تنسك الوقوف على أسبابها القريبة فحسب، بل تتعدى ذلك إلى الأسباب البعيدة والغايات، فهي من هذه

الناحية أشبه ما تكون بميتافيزيقا الطبيعة أو العالم المادي، دون أن تفقد، مع ذلك، صفتها كدراسة علمية تسعى إلى اكتشاف العلاقات الضرورية الرابطة بين الظواهر، وتفسير الوقائع تفسيرا يكتفي أحيانا بالوقوف عند الأسباب القريبة. إلا أن هذا الجانب من الفيزياء الأرسطية لم يستثمر، نسبيا، إلا قليلا. كما لم يتطور في مؤلفاته بنفس الصورة المنهجية المنسقة التي تناول بها القضايا الفلسفية ذات الصلة بنفس الموضوعات[1]. والتعارض بين الفلسفة و العلم، مثلما يطرح حاليا، لم يكن ليطرح في المنظور الأرسطي. وتلك مسألة سوف نعود إليها.

ولا يصح أن يستنتج من ذلك أن الاختلافات في الموضوع أو المنهج، والتي يعزى إليها عادة ذلك التعارض، كانت غائبة كل الغياب عن ذهن أرسطو بل لأن مختلف الميادين التي تكون فيها الملامح المميزة كفيلة بأن تجعلها، كميادين، تندرج في هذا الجانب أو ذاك، هذه الزمرة أو تلك، لم تكن قد تطورت بعد بما فيه الكفاية لتكشف عن نفسها بصورة تسمح بتمييزها.

لكي ننزل فيزياء أرسطو المنزلة التي تصورها لها المعلم الأول لابد لنا من الاتجاه صوب تصنيفه للمعارف والعلوم مثلما عرضه في كتاب **ما بعد الطبيعة**[2].

قدم أرسطو لوحة مجملة لأقسام المعرفة البشرية انطلق فيها من أن الفلسفة إذا كانت بحثا عن مبادىء الأشياء وعللها الأولى، فلابد من التمييز بينها كفلسفة أولى أو علم ما بعد الطبيعة الذي هو أشرف العلوم وأعلاها مكانة على الإطلاق، وبين الفلسفة الثانية وسائر أقسام الفلسفة وفروعها والتي تقتصر على البحث عن المبادىء والعلل الثانية.

ويترتب عن ذلك أن أقسام الفلسفة تناسب مراتب الوجود وتختلف باختلافها. ولما كانت أقسام الوجود ثلاثة :

1 ـــ قسم يتحرك ويسكن من ذاته وهو «الموجود القابل للحركة والذي لا يفارق المادة» أي الموجود الطبيعي[3]؛

---

(1) - Augustin Mansion, **Introduction à la physique aristotélicienne**, Paris, Louvain, 1945, pp. 38-39.

(2) - Aristote, **La Métaphysique**, Livre VI (E), Chap. 1, Livre XI (K), Chap 7

(3) - **La Métaphysique**, (6, 1026 A, 15)

2 ـــ وقسم لا يتحرك إلا أنه لا يوجد مفارقا للمادة، وهو الموجود الرياضي؛

3 ـــ وقسم أزلي لا يتحرك ولا يوجد في مادة، وهو الموجود الإلهي[4].

لما كانت أقسام الوجود ثلاثة، كنا أمام ثلاثة علوم نظرية هي : الطبيعيات والرياضيات والإلهيات.

وتشتمل الطبيعيات على علم النفس وعلوم الحيوان، إلى جانب اهتمامها بالظواهر الطبيعية، وينقسم العلم الرياضي إلى علم العدد (أو الكم المنفصل) وعلم الأبعاد والخطوط والمساحات (أو الكم المتصل)، وهي جميعها موجودات عقلية مجردة ثابتة لكنها لا تدرك إلا في العالم المحسوس. لذا كانت منزلتها الوجودية وسطى، فلا هي من الوجود الطبيعي ولا هي من الوجود الإلهي المفارق للمادة. أما الإلهيات فتبحث في أسمى الموجودات وأشرفها كالله والعقول المفارقة. ويسميها أرسطو الفلسفة الأولى[5] لأنها تبحث في مبادىء الأشياء وعللها الأولى. كما يسميها أحيانا **الأنطولوجيا** أو البحث في الوجود من حيث هو وجود.

وتشكل هذه العلوم الثلاثة مجتمعة قسما أولا يطلق عليه أرسطو : العلوم النظرية لأن غرضها هو المعرفة النظرية وحسب، أي الوصول إلى الحقيقة.

وتوجد بجانبها علوم لا تهدف إلى البلوغ إلى الحقيقة، بل تسعى إلى العمل. ويطلق عليها العلوم **العملية**. وهي تشمل : أولا ما يكون موضوعه فعل الإنسان الفرد، وثانيا ما يكون موضوعه الإنسان في المنزل؛ وثالثا ما يكون موضوعه الإنسان في الجماعة. فالعلوم العملية هي : **الأخلاق** وموضوعها الفعل الإنساني الفرد؛ **وتدبير المنزل** وموضوعه الفعل الإنساني من حيث هو أسرة؛ و**السياسة** وموضوعها الفعل الإنساني داخل الجماعة.

والبعض يقسمها أحيانا إلى علمين فقط معتبرا **تدبير المنزل** فرعا من **السياسة المدنية**.

ثمة صنف ثالث من العلوم يطلق عليه المعلم الأول : **العلوم الإنتاجية**، وتندرج فيها الصناعات والفنون التي تسعى إلى إنتاج ما هو نافع أو جميل. لكن أرسطو

---

(4) - **La Métaphysique**, (6, 1026 A, 10)

(5) - **La Métaphysique**, (983 A, 5-10) , (1026 A, 20)

لم يخصص لهذه العلوم كتبا بعينها أو ربما خصصها لكنها لم تصلنا ماعدا كتاب **في الشعر**، وكتاب **الخطابة**.

فالطبيعيات أو علم الطبيعة فرع من العلوم النظرية، وهو أدناها لأنه يدرس الموضوعات المحسوسة.

وكلما تعلق الأمر بمسألة منزلة العلم الطبيعي داخل منظومة المعارف والعلوم، إلا وأحالنا أرسطو على التصنيف المذكور أعلاه والوارد في كتاب **ما بعد الطبيعة**.

إنه تصنيف معهود يقسم العلوم على نحو يذكرنا بما فعله **أفلاطون** في محاورة **رجل السياسة**(6) أو في المقالة السادسة من محاورة **الجمهورية**(7) حيث يقسم العلوم النظرية، التي اهتم بها وحدها، خلافا لتلميذه أرسطو الذي اهتم بها وبغيرها، إلى ثلاثة أقسام.

إن العلم الطبيعي، كما يؤكد المعلم الأول في **ما بعد الطبيعة**، ليس من العلوم العملية ولا من العلوم الإنتاجية الإبداعية(8). فهو علم يهتم بدراسة الجواهر التي تملك في ذاتها مبدأ حركتها؛ أي يدرس مجموع الظواهر، يقول : «العلم الطبيعي يطيف بالجوهر الذي فيه ابتداء الحركة والسكون، إنه ليس هو لا فعلي ولا صناعي. فإن ابتداء الأشياء الفاعلة في الفاعل، اما العقل واما المهنة واما قوة ما. فابتداء الصناعية ففي الصانع أي الاختيار، فإن المصنوع والمختار شيء واحد»(9).

بينما في مجال العلوم النظرية يظل الموضوع المدروس معطى يوجد باستقلال عمن يدرسه، فإنه في العلوم العملية والإنتاجية أو الصناعية مرتبط بمن يخلقه ويصنعه أو يبتكره. إن الذات الفاعلة غير قادرة في العلم الطبيعي على أن تغير شيئا من الظاهرة.

يدرس العلم الطبيعي، إذن الطبيعة أو العالم المادي؛ ويقدم أرسطو أمثلة لذلك

---

(6) - Platon, **Le Politique**, Trad. E. Chambry, Paris, 1969, (258 B - 258 D - 259 B)

(7) - Platon, **La République**, Trad. R. Baccou, Paris, 1966, (508 B - 509 A - 510 A), (511 B - 511 E).

(8) - Aristote, **La Métaphysique**, (VI (E), 1025 B, 18 - 28)

(9) أرسطو، **ما بعد الطبيعة**، ضمن، **تفسير ما بعد الطبيعة لابن رشد**، ترجمة اسحق بن حنين، تحقيق موريس بويج، بيروت، 1983، ج 2، ص 698، (1025 ب، 16–22).

كالأنف والعين والوجه واللحم والعظم والحيوان وأوراق الشجر والجذور واللحا والنبتة[10]، كما يذهب في مطلع كتاب **الطبيعة** إلى أن العلم الطبيعي أو الفيزياء هما : «العلم بأمر الطبيعة»[11].

هذا، ويحتل كتاب **الطبيعة** مكانة متميزة في مجموع ما كتبه أرسطو في الطبيعيات إلى حد أن بعض الدارسين يعتبره مدخلا ومقدمة لكل ما خلفه أرسطو من رسائل وتأليفات تتعلق ببعض الجوانب التفصيلية من الطبيعيات. فهو أكثر تلك الرسائل فلسفية نظرا لأن أرسطو سلك فيه طريقة قوامها طرح قضايا أعم وأشمل في علم الطبيعة. لكل هذه الاعتبارات سوف ينصرف اهتمامنا إلى دراسة كتاب **الطبيعة** بوصفه يتضمن مدخلا فلسفيا للعلوم الطبيعية.

لقد خصص أرسطو القسم الأعظم من هذا الكتاب للبحث في مسائل الحركة، كما خصص الباقي لمسائل أخرى لا تقل أهمية. ويمكن القول إجمالا أن المعلم الأول تناول بالدرس في **الطبيعة**، مثلما يتجلى في المقالة الأولى مبادىء الأمور الطبيعية وأسبابها الأولى «فمن البين أن في العلم بأمر الطبيعة أيضا قد ينبغي أن نلتمس أولا فيه تلخيص أمور مبادئها»[12]. وقد ورد في مقدمة كتاب **الآثار العلوية** كلام شبيه بهذا حيث تحدث عن كون العلم الطبيعي يلتمس الأسباب الأولى للطبيعة والحركة الطبيعية[13].

وهذا ما جعل الشراح يميلون إلى اعتبار ذلك إشارة وتلميحا إلى التقسيم الوارد في كتاب **الطبيعة**، حيث القول بقسم أول يدرس الأسباب الأولى والمبادىء، وقسم ثان يتناول بالدرس الحركة.

---

(10) - Aristote, **La Métaphysique**, (VI (E), 1026 A, 1-2)

(11) أرسطو، **الطبيعة**، (184 أ، 14-15)، ترجمة اسحق بن حنين، تحقيق عبد الرحمن بدوي، القاهرة، 1964، ج 1، ص 1.

(12) أرسطو، **الطبيعة**، (184 أ، 11-16).

(13) انظر : - Aristote, **Météorologie** (I, 1, 338 A 20)
لا نعثر على هذا المقطع في الترجمة العربية القديمة **للآثار العلوية** والتي أنجزها يحي بن البطريق، ذلك أن المترجم أوجز في هذه الفقرة ولم يتابع النص في حرفيته. انظر تحقيق عبد الرحمن بدوي، القاهرة، 1961، ص 3-4.

مبادىء علم الطبيعة :

لا تخلو المقالة الأولى من كتاب **الطبيعة**، والتي يتناول فيها أرسطو بالدرس مسألة الأسس والمبادىء، من بعض الإبهام والغموض، يبعثان في القارىء للوهلة الأولى، نوعا من الضيق والتبرم. وهو أمر غير غريب عن المعلم الأول. كما أن المطالع لا يدرك، مباشرة، المبررات التي تجعله يدخل في نقاشات بخصوص تلك المسألة، ولا حتى الغاية الحقيقية من ذلك. لكن المرء ما يلبث أن يدرك للتو المكانة البارزة التي يفسحها لعرض نظريات الفلاسفة السابقين عليه ودحضها. ولا يعني هذا البتة أنه أراد أن يمهد لكتابه بمدخل تاريخي شبيه بالمداخل التاريخية التي نعثر عليها في **ما بعد الطبيعة**[14] وكتاب **في النفس**[15] ذلك أن آراء الأقدمين الواردة هنا، في كتاب **الطبيعة**، ليست متعلقة بمجموع الفلسفة الطبيعية أو بأبرز نقاطها وقضاياها، بل لها صلة بقضية خاصة. صحيح أنها قضية بالغة الأهمية باعتبارها تخص المبادىء والأسس، لكن ما يبعث مع ذلك على الحيرة هو أن أرسطو يتناولها قبل أن يتناول موضوع الطبيعة ذاتها، والذي يؤجل حتى المقالة الثانية. ومع ذلك لا يسع المرء إلا الاعتراف بأن المقالة الأولى من كتاب **الطبيعة**، ليست مقحمة، إذ لم يكن المعلم الأول يريد منها إلا التأكيد على ارتباط موضوع المبادىء والأسس بالفلسفة الطبيعية[16]. والتصور الذي انطلق منه أرسطو هو التالي : أخطأ الأقدمون في محاولتهم تفسير العالم، لكن المحاولات التأملية الجريئة للمدرسة الأيلية، على الخصوص، زادت الطين بلة. فكل الفلاسفة الذين ظهروا فيما بعد أمثال **انكساغوراس وديمقريطس وأنباذوقليس** تأثروا إلى حد كبير بحجج أنصار نظرية الثبات على وحدة الوجود وثباته؛ ودون أن يكونوا منخرطين في أطروحة المدرسة الأيلية في صورتها الحرفية المطلقة، فإنهم سعوا، جميعا، إلى تفسير صيرورة الوجود بردها إلى التغير السطحي في الوجوه والمظاهر، والذي لا يمس العمق الجوهري للأشياء الذي يظل ثابتا لا يتغير. وسوف نرى أن حضور الصيرورة أمر جوهري بالنسبة للتصور الفيزيائي الأرسطي. فالمعلم الأول يسعى إلى إثبات حقيقة

---

(14) - Aristote, **La métaphysique**, (I (A), 983 B 6 - 10)

(15) - Aristote, **De Anima**, I, 2 - 5

(16) - A. Mansion, **Introduction à la physique aristotélicienne**, p. 53

الصيرورة سواء في نظام الجوهر أو في التغيرات التي تطرأ على الأشياء. وهذا الجانب هو الذي خصص له أرسطو حديثه عن المبادىء، وهو ما استغرق المقالة الأولى من كتاب **الطبيعة**.

ولم ينتبه الشراح الأقدمون إلى هذه الحقيقة بالذات، رغم أنها كانت واضحة وضوح الشمس.

غير أن ما تجدر الإشارة إليه هو أن الكلمات التي ختم بها المقالة الأولى تؤكد بوضوح أن موضوع المبادىء لم يقفل نهائيا. يقول أرسطو : «وأما النظر في المبادىء على طريق الصور : هل هو واحد أو كثير، وما هو، أو ما هي، على الاستقصاء، فإن تلخيص ذلك من عمل الفلسفة الأولى. فقد يجب أن نرجئه إلى ذلك الوقت. وأما أمر الصورة الطبيعية الفاسدة فنحن آخذون في تبيينه من ذي قبل»(17).

عن أية مبادىء يتحدث أرسطو ؟

قد تكون مبادىء الطبيعة، أو مبادىء أخرى.

لنفحص الأمر عن كثب.

كتاب **الطبيعة** كتاب في علم الطبيعة، وهو أمر يتجلى منذ الأسطر الأولى؛ فقد جاء على لسان أرسطو : «لما كانت حال العلم واليقين في جميع السبل التي لها مبادىء أو أسباب أو اسطقسات إنما تكون من قبل المعرفة لهذه، وذلك أنا حينئذ إنما نعتقد في كل واحد من الأمور أنا قد عرفنا متى عرفنا أسبابه ومبادئه الأولى حتى نبلغ إلى اسطقساته، فمن البين أن في العلم بأمر الطبيعة أيضا قد نبغي أن نلتمس أولا فيه تلخيص أمور مبادئها»(18).

ويعني هذا أن العلم بالأمور الطبيعية علما محققا إنما يكون من العلم بمبادئها. يتحدث أرسطو في مقاطع أخرى عن الطبيعة بمعان عامة وفضفاضة. فهو تارة

---

(17) - Aristote, **Physic**, (I, 9, 192 B, 2 - 4)
اعتمدنا الترجمة العربية القديمة، ص 75 – 76.

(18) - Aristote, **Physic**, (I, 1, 184 A, 14 - 15)
الترجمة العربية، ص 1.

يشير بها إلى المادة الأولى أو الهيولى[19]؛ وتارة أخرى يعني بها الجوهر. يقول : «أما الطبيعة التي هي موضوع، فإنها تعرف بالنظير : فنسبة النحاس إلى التمثال، أو الخشب إلى السرير، وبالجملة نسبة الهيولى وعديم الصورة إلى ما له صورة، قبل قبول الصورة واقتنائها، هي نسبة الهيولى إلى الجوهر»[20].

ويتحدث أرسطو، أحيانا، عن طبيعة الأمور، فهو على سبيل المثال، يقول : «أما نحن فنبدأ بالبحث في الكون عامة، إذ يتفق مع الطبيعة أن نتحدث أولا عن الأمور المشتركة ثم بعد ذلك عن كل ما هو خاص بشيء شيء...»[21].

وبإمكاننا أن نسترسل في إحصاء المعاني التي يستخدم فيها أرسطو لفظ الطبيعة في هذه المقالة الأولى لأنها كثيرة. وهذا ما جعل بعض الدارسين يذهبون إلى أنها رغم كثرتها عديمة الأهمية، من الزاوية العلمية الفيزيائية؛ لكن واحدا منها ذو أهمية، وهو ذلك الذي يتحدث فيه عن الموجودات أو الأمور الطبيعية من حيث أن كلها أو بعضها متحرك ومتغير[22] مؤكدا أن المبادىء التي يسعى إلى البحث عنها هي بالذات مبادىء تلك الأمور، وموضحا أن ما يعنيه بالمبادىء والأسباب، ها هنا، هو ما يتكون منه الشيء أو العناصر التي يتركب منها.

يقول : «فإن كان للأشياء الطبيعية أسباب ومبادىء، هي عناصر أولى منها تستمد الوجود وبها تكون، لا بالعرض وكل منها وفقا لتحديدها الجوهري، فإنه بين أن عناصر كل كون هي الموضوع والصورة : فالموسيقار مؤلف، بنحو ما، من الإنسان والموسيقار، لأن تصور الشيء ينحل إلى تصورات عناصره. فمن البين، إذن، أن للأشياء الكائنة أمثال مبادىء كونها هذه»[23].

واضح أن الأشياء الطبيعية التي يقصدها أرسطو، هنا، هي الأجسام والجواهر المادية؛ وهذه مسألة لا تطرح أي إشكال. لكن ما يستوجب الوقوف عنده هو

---

(19) - Aristote, **Physic**, (191 B, 33 - 34)
الترجمة العربية، ص 70.

(20) أرسطو، **الطبيعة** (191 أ، 7 – 11)، ص 64.

(21) **نفس المصدر**، (189 ب، 30)، ص 58.

(22) **نفس المصدر**، (185 أ، 13)، ص 8.

(23) **نفس المصدر**، (أ، 7، 190 ب، 17)، ص 62.

القيمة الكبرى التي يوليها أرسطو لنشأتها وتغيرها : فمن زاوية النظر هذه يبحث عن مبادئ الأشياء الطبيعية؛ إنها جميعا أمور تتحرك.

فما العلاقة القائمة بين الطبيعة والصيرورة ؟ لم لا ينكب أرسطو على دراسة الطبيعة في حالتها الثانية، الساكنة ؟ نستطيع التماس جواب في الرجوع إلى نظريات سابقيه. من المعروف أن كتابات هؤلاء، كان موضوعها جميعا هو **الطبيعة** أو **في الطبيعة**. فهذا العنوان الأخير تقدم لنا الشذرات المتبقية من الفلسفة الطبيعية الأولى. غير أن المشكل العويص الذي يطرح بهذا الخصوص هو مدلول لفظ **الطبيعة** في تلك الشذرات ؟

خصص أحد الدارسين دراسة لهذه المسألة بعنوان : **تصور الطبيعة في الفلسفة اليونانية**[24] يذهب في مطلعها إلى أن لفظ الطبيعة لفظ مشترك يستعمل، على العموم، للدلالة على عالم الظواهر الخارجية، ثم صار يدل على ما يشكل قوام وقاعدة جميع الظواهر. وهذا المعنى الثاني كان هو منطلق انشغالات **طاليس** وتأملاته الكونية. لذا احتلت لديه فكرة الحركة مكان الصدارة في فهمه للوجود، وهي تطابق عنده فكرة الصيرورة.

تناول **هاردي** كذلك مفهوم الطبيعة لدى الفلاسفة السابقين على سقراط. وهو يرى أنه بالنسبة **لأنباذوقليس** ينطوي مفهوم الطبيعة، في معناه، الشائع المتداول، على فكرة الصيرورة الواقعية والتي أقام مقامها فكرة امتزاج العناصر فيما بينها وتحولها ولعل هذا المعنى هو ما جعل **بارمنيدس** يرفض أن تكون الطبيعة تنتمي إلى الوجود طالما أن هذا الأخير ثابت في سكونه المستديم.

لن نسترسل في سرد وجرد المعاني التي أوردها **هاردي**، وحسبنا أن نشير إلى أنه يتمسك بالمدلول العام الذي عزاه في مطلع دراسته لعبارة **في الطبيعة**[25].

في مطلع هذا القرن حدثت ضجة بخصوص مدلول هذه العبارة عقب الآراء التي طرحها أحد الدارسين يدعى جان بريني[26]، والتي ذهب فيها إلى أن محور

---

(24) - E. Hardy, **Der Begriff der Physis in der Griecheschen Philosophie**, Erster Teil, 1884, Berlin, pp. 13-16, Cit. in, Mansion, **op. cit**, p. 59.

(25) - Peri Physis, A. Mansion, **op. cit**, pp. 59-60

(26) - J. Brunet, **Early Greek Philosophy**, 2d. Ed, London, 1908, p. 12

أبحاث الطبيعيين الأوائل كان هو الجوهر الأول الذي هو عماد وأساس كل شيء، ومنه صدرت كل الأشياء وإليه مرجعها؛ وان لفظ **الطبيعة** استخدم من طرفهم للتعبير عن ذلك. ويستجيب هذا التصور استجابة كاملة لنظرتهم الكونية الساذجة حيث كانوا يريدون رد كل الظواهر إلى تغيرات وتحولات مظهرية أو خارجية لمادة أولية تظل ثابتة لا تتغير.

وقد تصدى لنقد هذا الرأي أحد الباحثين، في إحدى دراساته الهامة، ويدعى **هايدل**. فهو دون أن ينفي أن الأوائل أعطوا للفظ **الطبيعة** (= فيزيس) المعنى الذي ذكره بروني، يؤكد أنه ليس، مع ذلك، المعنى الوحيد أو الرئيس. ذلك أن فكرة الطبيعة تنطوي، كذلك، على مفهوم **السيرورة** العامة، سيرورة النمو والنشأة مثلما تشهد على ذلك الأشياء. انها تتضمن الأساس الجوهري لكونية الموجودات المادية والظواهر التي تصيبها[27].

نستطيع التأكيد، مرة أخرى، أن الطبيعة الكونية (= الفيزيس الكوني) كان يشمل بالنسبة للفكر ما قبل السقراطي مجموع الظواهر الطبيعية التي تجري داخل العالم، مجموع الواقع المادي الأول والذي هو بمثابة أصل ومصدر تلك الظواهر. وفي معنى أضيق وأكثر التصاقا بالدلالة الاشتقاقية للفظ **فيزيس**، تدل هذه الأخيرة كذلك على الصيرورة المادية، وهذه الفكرة الأخيرة لم تكن غائبة كل الغياب عن معنى اللفظة في كل الحالات التي تستخدم فيها للإشارة، دون كبير تدقيق، لموضوع التأمل في العالم المادي[28].

إذا صح ما تم ذكره، فإنه يلتقي مع وجهة نظر أرسطو والتي ترى أنه لا دراسة للطبيعة عندما ننفي الصفة الطبيعية لأمور العالم الأرضي. فكأن موضوع علم الطبيعة هو البحث في **الكون والفساد**، أو إذا استخدمنا مصطلحا أقل تقنية، قلنا هو البحث في نشأة الأمور الطبيعية واندثارها[29].

إن الفيزياء هي دراسة الظواهر التي لها نظام معين نلحظ للتو كيف يجيب

---

(27) - N.W.A. Heidel, **Study of the conception of Nature among the Presocratics**, in Vol. XLV des Proceedings of the American Academy of Arts and sciences, Boston, 1910.

(28) - A. Mansion, **op.cit**, p. 63

(29) - **Ibid**, p. 64

أرسطو عن السؤال، وذلك من خلال مقالته عن مبادئ الموجودات الطبيعية وتكونها. وهي مقالة تضم قسمين : قسم يتصدى فيه للرد على النظرية **الأيلية** ونقض حججها بخصوص وحدة الوجود وثباته[30]؛ وقسم ثان يخلص فيه إلى إثبات وجود ثلاثة مبادئ : «ان عدد المبادئ ثلاثة، وثلاثة فقط» في أساس الصيرورة هي : المادة، والصورة، والعدم[31].

لن نقف طويلا عند ردود أرسطو على الأيليين، فهي ردود لا صلة لها بعلم الطبيعة : «لكن لما كان قد اتفق أن كلامهم في الطبيعة، وإن لم تكن شكوكهم شكوكا طبيعية، فلا بأس في أن نشرع قليلا في الكلام فيها؛ فإن النظر في ذلك من حق الفلسفة»[32]، أي أن البحث فيما إذا كان الوجود واحدا ثابتا، لا صلة له بعلم الطبيعة. ذلك أن البحث في مبادئ الطبيعة يتطلب مسبقا أن نفترض أن لها مبادئ ؛ والحال أن الواحد المطلق ليس مبدأ. فالمبدأ يقال بالإضافة، أي لابد فيه أن يكون مبدأ شيء ما ويفترض بالضرورة وجود كثرة.

إن مناقشة مبدأ من هذا القبيل، من اختصاص علم أعلى وأشمل، إنه علم مابعد الطبيعة. أما علم الطبيعة فيدرس الصيرورة المادية والتي تتطلب، بالضرورة، وجود كثرة، على الأقل في تعاقب الحالات المختلفة للأجسام.

يضاف إلى ذلك أن فرضية وحدة الوجود وثباته، أكبر من أن يقف عندها علم الطبيعة، ففي ذلك مضيعة للوقت؛ خصوصا وأن الملاحظة تثبت بما لا يدع مجالا للشك وجود الحركة في الطبيعة. ولا قول بعد قول الملاحظة والطبيعة. «فأما نحن فليكن وضعنا أن الأمور الطبيعية، كلها أو بعضها، متحرك. وذلك بين من قبل الاستقراء»[33].

إن مبادىء الموجودات أو الأمور الطبيعية هي ما به تكون أو توجد وجودا غير عرضي، بل وجودا جوهرياً؛ وتلك المبادىء هي المادة والصورة والصيرورة

---

(30) أرسطو، **الطبيعة**، (من 184 ب، 22 إلى 187 أ، 11).

(31) نفس المصدر، (189 أ، 10)، (187 أ، 12 – 192 أ).

(32) نفس المصدر، (185 أ، 12).

(33) نفس المصدر، (185 أ، 12).

التي تعني الانعدام والانقلاب والتحول. إن للعدم دورا في تفسير إمكانية الصيرورة.

ويستعمل أرسطو لفظ المادة الأولى، والموضوع والهيولى والعماد في معنى واحد. كما يكرر رأيا ذكره في **ما بعد الطبيعة** حيث جاء : «فإن الهيولى تكون جوهرا فإنها إن لم تكن جوهرا فما الجوهر غيرها وإلا كان الجوهر فائتا قد ذهب عنا»(34).

وفي الفصل التاسع، الذي هو خاتمة المقالة الأولى من كتاب **الطبيعة** يعود أرسطو إلى هذا الرأي مستخدما، بدون أدنى تردد، لفظ الهيولى للدلالة على المادة. ويعني هذا أنه يعطيها معنى أعم : «ان الهيولى أمر قريب [من الموجود] وجوهر على وجه من الوجوه»(35).

إن هذا الحل الذي قدمه أرسطو كجواب للمشكل العويص، مشكل الصيرورة، جواب كاف، إلا أنه مجرد جواب مبدئيّ يترك في الظل عدة نقط عويصة من بينها أن الحل لا يفسر كيف يمكن للمادة الأولى، في الكون بمعناه الدقيق، أن تكون سابقة في الوجود على الجوهر الذي ينشأ منها، في وقت لا تملك فيه أي تعيين يجعلها تتحول إلى موجود واقعي. وسوف يبين المعلم الأول، فيما بعد، أن **كون** موجود ما هو في الوقت ذاته **فساد** موجود آخر، والعكس بالعكس. وقد ناقش هذه المسألة ومسائل أخرى في المقالة الأولى من كتاب **الكون والفساد**(36).

إن أرسطو وهو يطرح للنقاش آراء الطبيعيين الأوائل، كان في الحقيقة ينتقد رؤى ميتافيزيقية متضمنة في المذهب الأيلي؛ بيد أن النظرية التي أقامها، بمناسبة ذلك، نظرية **طبيعية**، قادرة على أن تقوم مقام نظرية الطبيعيين الأوائل؛ لكن بما أنها تنطوي على نقض لآرائهم ومنطلقاتهم الميتافيزيقية المسبقة، فإنها تكتسب بذلك قيمة تتجاوز هذه النتيجة المباشرة.

---

(34) - Aristote, **Métaphysique**, (VII (Z), 3, 1029 A 20)

(35) أرسطو، **الطبيعة**، (192 أ، 3).

(36) - A. Mansion, **op. cit**, p. 76

بعد تحديده لمنزلة الفيزياء ولمبادئها سوف ينصرف اهتمام أرسطو إلى تحديد موضوع علم الطبيعة وهو الطبيعة والظواهر الطبيعية.

الطبيعة والظواهر الطبيعية :

يتبين عند تحليل المقالة الثانية من كتاب **الطبيعة** أنها تحتل مكانة هامة في مجموع المؤلف. فهي بمثابة مدخل لفلسفة الطبيعة يقوم فيه أرسطو بتقديم عرض للأطروحات العامة التي ستشكل الإطار الموجه لمنظومته الفيزيائية.

في قسم أول من المقالة سعى أرسطو إلى تحديد موضوع علم الطبيعة (وذلك في الفصلين الأول والثاني)؛ وفي قسم ثان سعى إلى تحديد المنهج (وذلك في الفصول من الثالث إلى التاسع). وقد أشار إلى هذه القسمة **طوماس الأكويني** في شرحه للكتاب. وهي قسمة تبدو مقبولة جدا بالنظر إلى ترتيب المواد في قسمي المقالة؛ لكن هذا لن يمنع من أن نتساءل عما إذا كان موضوع كل قسم من القسمين قد تم تصميمه من طرف المؤلف نتيجة نية مبيتة وعن قصد ؟

ليس الأمر بالبساطة المتصورة حينما نكتفي بالتحليل السطحي لمضمون المقالة. فهذه الأخيرة تبدأ بنقاش مختصر، الغاية منه إبراز ما الطبيعة دون التساؤل صراحة عن موضوع الفيزياء. أما الفصل الثاني منها فينكب على نوعية دراسات الفيزيائي بغية تمييزها عن موضوع باقي العلوم، لكننا لا نعثر فيه على تعريف صريح للفلسفة الطبيعية.

القسم الثاني، والذي من المفروض فيه أن يتناول قضية المنهج، ينطوي أيضا على صعوبات أخرى من نفس النوع تتعلق بغياب التماسك المنطقي.

لنكتف الآن ببعض الملاحظات العامة والتي سوف تكون كافية لأن نلحظ أن قيمة العرض الذي نحن بصدده داخل الكتاب ككل والمكانة التي تحتلها المقالة فيه، تدفع إلى الاعتقاد بأنها كانت في الأصل مختصرا مستقلا وقائم الذات، بدليل قول أرسطو : «فمن البين أن في العلم بأمر الطبيعة أيضا قد ينبغي أن نلتمس أولا فيه تلخيص أمور مبادئها»[37] وأن أرسطو وظفه في الكتاب بعدما أدخل

(37) أرسطو، **الطبيعة**، (184 أ، 14–16).

- A. Mansion, **Introduction à la physique aristotélicienne**, p. 81

عليه التعديلات اللازمة كي يتم انصهاره في الكل. فأمام المقالات الصغرى التي لا تبدو منسجمة، والتي تشكل لحمة هذه المقالة الثانية، لا مندوحة من تفسير ذلك تبعا للعلم المدروس أي الفيزياء، وتبعا أيضا للنقطة التي تمت منها دراسة هذا العلم، وتبعا لمبدأ الترتيب الذي يتبناه المؤلف والقائم على الاتجاه من العام إلى الخاص أو من المجملات إلى الجزئيات. إذا أخذنا بعين الاعتبار كل ذلك أدركنا للتو أن تأويل المقالة وتقسيمها المقترحين أعلاه يفرضان نفسيهما بشكل بديهي.

فمنذ الأسطر الأولى للكتاب، وفي المقالة الأولى، ينبهنا أرسطو بشكل صريح إلى أن مؤلفه خصص «للعلم بأمور الطبيعة»، فهو يحدد، إذن، موضوعه تحديدا شاملا. يضاف إلى ذلك أن المبدأ المنهجي القاضي بالانتقال من الأمور المجملة إلى الأمور الجزئية ثم التنصيص عليه، أيضا، في ذلك المطلع[38].

يبين تاريخ الفكر الفلسفي ما قبل السقراطي، من جهة أخرى، أن لفظ الطبيعة (فيزيس)، والذي يستخدم للدلالة على موضوع دراسة علم الطبيعة، يستخدم كذلك للدلالة على مفاهيم متباينة. لذا كان من اللازم تدقيق معنى **الفيزيس** قبل الشروع في محاولة تقديم تعريف صحيح للفيزياء؛ وذلك ما أشار إليه أرسطو في الفصل الثاني من المقالة الثانية حيث قال : «إذا كنا قد لخصنا الجهات التي عليها تقال الطبيعة، فقد ينبغي أن ننظر بعد ذلك في الفرق بين التعاليمي وبين الطبيعي ما هو ؟ فإن للأجسام الطبيعية سطوحا وحجما وأطوالا ونقطا، وهي التي فيما ينظر صاحب التعاليم. وأيضا : هل صناعة النجوم غير العلم الطبيعي، أو هي جزء منه ؟»[39].

سوف نفحص لاحقا الأسباب والدواعي التي جعلت أرسطو يتناول في هذا المكان، وبإيجاز شديد، مسألة موضوع فلسفة الطبيعة حيث سنقف مرة ثانية على أنه كان من اللازم أن توجد، كشرط قبلي، نظرية للطبيعة تساعد على مناقشة هذه المسألة بشكل مثمر؛ فالعلوم النظرية تنقسم، حسب المعلم الأول، بشكل يستند، في جانب منه على الأقل، إلى تصوره للطبيعة وإلى علاقتها بالحركة. من المنطقي، إذن، أن تكون البداية معه هي دراسة معنى الطبيعة أولا.

---

(38) **نفس المصدر**، (184 أ، 23 – 26).

(39) **نفس المصدر**، (193 ب، 22).

المفهوم الأرسطي للطبيعة :

تحتم علينا دراسة هذا المفهوم وضعه في سياقه التاريخي. فرغم أن فيزياء المعلم الأول استمرار حقيقي للمؤلفات والأعمال ما قبل السقراطية حول الطبيعة، إلا أن أسلوب تناوله للمسألة واقترابه منها ليس مقتبسا منهم، وإن حاولنا العثور على أصوله نجدها مباشرة لدى معلمه **أفلاطون** الذي احتوت مؤلفاته على منطلقات اعتمدها أرسطو[40]. بل نجد هذا الأخير يستخدم، في بعض الأحيان، نفس المصطلح الأفلاطوني في صياغة بعض القضايا. وهذا ما يضطرنا إلى القيام بفحص دقيق، لكنه وجيز، للمفهوم الأفلاطوني للطبيعة مثلما بلورته المحاورات.

نحن ملزمون بالرجوع إلى الكتاب العاشر من محاورة **النواميس** حيث يتجلى تأثر أرسطو الواضح بمضمونها، خصوصا في تناوله لمسألة المبادىء العامة للفيزياء. كما يفرض علينا المقام أن نأخذ بعين الاعتبار الإشارات الواردة في محاورة **طيماوس** أو في المحاورات التي كتبها أفلاطون في سنواته الأخيرة.

لا نعثر في مؤلفات أفلاطون، بطبيعة الأمر، على نظرية في الطبيعة، بكل ما تحمله كلمة نظرية من معنى؛ ولا يرجع ذلك إلى أنه يعتبر العالم المحسوس، وبالتالي الطبيعة، ليست موضوعا حقيقيا للعلم جديرا بهذه الصفة، فذلك لم يمنعه من أن يقدم، وبإسهاب، آراءه في محاورة **طيماوس** بخصوص العالم المادي، والتي حاولت أن تكون آراء صحيحة، لكن ما منعه من بناء نظرية خاصة به في **الطبيعة** هو أنه تبنى موقفا واضحا وصريحا ضد التقليد ما قبل السقراطي. فرؤوس هذا التقليد كانوا يزعمون أنهم عثروا على التفسير النهائي والأخير للكون المادي فيما كانوا يسمونه **الفيزيس**. ضد هذا التفسير الذي كان يعده مغلوطا وغير كاف، بلور أفلاطون تفسيرا يستند إلى مبدأ أعلى من الطبيعة مثلما كان السابقون على سقراط يفهمونها؛ إذ عوضا عن تلك الطبيعة الغفل من العقل، أراد أفلاطون أن يضع العقل نفسه كمبدإ مطلق للتفسير بالرغم من أي مبدإ آخر سواء كان الطبيعة نفسها (بمعنى **الفيزيس**)، أو المصادفة. والعقل لا يتحقق، في اعتقاد أفلاطون، إلا في نفس أو عدة نفوس تماثل الآلهة. فالعالم المادي، في نهاية التحليل، ليس مجرد نتاج للطبيعة (**الفيزيس**)، بل هو تابع في نظامه الخاص لمبدإ أول هو الألوهية.

---

(40) A. Mansion, op. cit, p. 82 -

تحضر هذه الثنائية، ثنائية العالم المادي والألوهية، في مفهوم أرسطو للطبيعة في صيغة ثنائية المادة والصورة. فالطبيعة في معناها الرئيسي لدى أرسطو هي صورة وليست في ذاتها مبدءاً عقليا، لكنها لا تقل نظاما ومعقولية. فهي ليست محكومة بالمصادفة والاتفاق، بل سلوكها يشبه الفعل المعقول في الفن أو الصناعة حيث يكون الهدف هو تحقيق غاية محددة بوسائل وطرق معينة.

هذا هو الإطار الذي يعرف ضمنه أرسطو الطبيعة. وهو لا يعرفها في كتاب **الطبيعة** وحده، بل نجده يفعل ذلك في المقالة الخامسة من كتاب **ما بعد الطبيعة** حيث يقوم بجرد مختلف معانيها(41).

إن مضمون تلك المقالة يشبه مضمون المقالة الثانية من كتاب **الطبيعة**. أما فيما عدا ذلك، فإن المقالة الخامسة من كتاب **ما بعد الطبيعة** تظل معجما فلسفيا بمعاني المصطلحات الدائرة. فأرسطو يلجأ فيها إلى شرح المعاني المختلفة لما يربو على ثلاثين مصطلحا من بينها مصطلح **الفيزيس** أو الطبيعة والذي يحتل في الترتيب المكانة الرابعة. يسهب أرسطو في الكلام على كم نوع يقال لفظ الطبيعة ويحصر ذلك في خمسة معان يردها، فيما بعد، إلى ثلاثة :

معنى رئيسي وحقيقي : وهو الجوهر، أو إن شئنا، هوية الشيء، هوية الموجودات التي تحملها في ذاتها والتي هي مبدأ حركتها؛

ثم معنيان فرعيان : عنصر الشيء الذي منه ذلك الشيء، والذي يقال عنه طبيعة (= المادة التي يتكون منها)، ثم الظهور والنماء أو النشأة والتكون وهما حركتان ناجمتان عن طبيعة الشيء بالمعنى الأول.

هذا المعنى الأخير للفظ **طبيعة** والذي لا يؤدي معنى الطبيعة الشائع والمتداول، سابق من حيث الاشتقاق على المعينين الآخرين. مثلما يقر أرسطو نفسه بذلك، على ما يبدو، حينما يشير إليه في السطر الأول، خلال عملية جرد المعاني التي استهل بها الفقرة المذكورة آنفا.

يمكننا أن نضيف إلى تلك المعاني معنى مجازيا يتسع بمقتضاه لفظ **الطبيعة** ليشمل كل ماهية، كيفما كانت. وأرسطو الذي يذكر هذا المعنى لا يرى مع ذلك ضرورة

---

(41) أرسطو، **ما بعد الطبيعة**، (1014 ب — 1015 أ).

لإدراجه ضمن تصنيفه النهائي؛ ولعل مرد ذلك أن المعلم الأول لا يرى فيه صلة ما، جوهرية، تشد الطبيعة إلى الصيرورة[42].

في الفقرة الآنفة الذكر، لا يتعلق الأمر بالفيزياء، بل بمجرد حصر مختلف معاني الألفاظ الفلسفية.

ثمة معنى أخير يورده أرسطو مفاده أن طبيعة الصورة والجوهر (المادة) يقصد بها نهاية النماء والتكون.

في الفقرة الأولى من المقالة الثانية لكتاب **الطبيعة** والتي تتحدث عن موضوع الطبيعة أو علم الطبيعة نعثر على نفس المضامين، مضامين فقرة كتاب **ما بعد الطبيعة**، لكن مع اختلاف كبير، حيث سعى أرسطو إلى تقديم تعريف للطبيعة ينطلق فيه من وجهة نظر عالم الطبيعة، ويحكم الاعتبارات التجريبية.

ولكي يستخرج منها أرسطو فكرة المعطيات التجريبية سعى إلى تدقيق وتحديد دورها مقارنة ببعض المبادىء الأخرى للموجودات. وتلك المبادىء التي وإن كانت مختلفة عنها فإنها تلتقي معها بعض الشيء هي : البخت أو المصادفة، من جهة، والذهن البشري، من جهة أخرى؛ وحينما يتعلق الأمر بهذا الأخير، فإن الإهتمام يتجه، عادة، إلى النشاط الإنتاجي الإبداعي للعقل مثلما يتجلى ذلك في الفن والصناعة.

يقول أرسطو : «فما جرى هذا المجرى متى كان حدوثه بالعرض قلنا إنه بالبخت»[43]. يقول أيضا : «فكما أن الموجود فيه ما هو بذاته موجود كالجوهر، ومنه ما هو موجود بالعرض كالبياض — كذلك — يمكن أن يكون السبب. مثال ذلك أن السبب الذاتي للبيت البناء؛ فأما بالعرض فالأبيض والموسيقار، والسبب الذاتي محصل محدود، فأما السبب بطريق العرض فغير محدود ولا محصل، وذلك أنه قد يجوز أن يعرض للشيء الواحد أشياء بلا نهاية. فالأمر كما قلنا من أنه متى كان في الأشياء التي تكون من أجل شيء هذا المعنى الذي وصفناه حينئذ يقال انه من تلقاء نفسه وبالبخت يقضى»[44].

---

(42) A. Mansion, op. cit, p. 93 -

(43) أرسطو، **الطبيعة**، (196 ب، 17 - 24).

(44) **نفس المصدر**، (196 ب، 25 - 27).

وعليه، فمقارنة الآثار المترتبة عن البخت أو المصادفة بتلك التي تترتب عن الطبيعة، لا تعلمنا شيئا بخصوص مميزات هذه الأخيرة وذلك ما يجعلنا ندرك، للتو، الدواعي التي جعلت أرسطو في دراسته الاستقصائية للأشياء التي هي بالطبيعة. في مقابل تلك التي هي نتيجة أسباب أخرى غير طبيعية يعتبر أن هذه الأخيرة إنتاجات فنية «أي هي التي من صناعة»[45].

يقول أيضا : «على هذا المثال يجري الأمر في كل واحد من سائر الأشياء التي تُعمل، فإنه ليس فيها شيء ابتداء عمله موجود فيه، بل بعضها يوجد ذلك في غيرها، ومن خارج : مثل البيت وكل واحد من سائر ما يُعتمل باليد، وبعضها يوجد ذلك فيها، إلا أنه ليس بذاتها، وهي الأسباب التي تكون لها بطريق العرض»[46].

الأمور الطبيعية معروفة، إنها الحيوان وأجزاؤه والنبات والاسطقسات أو الأجسام البسيطة وكل الموجودات. لكن ما يميزها عن غيرها هو أن كل واحد منها لها فيه مبدأ الحركة والسكون، أو بعبارة أدق، بوصفها تستحق تسميتها موجودات أو أمورا طبيعية. بعضها يتحرك في المكان وبعضها في النماء وبعضها في الاستحالة، وهي أفعال تقوم بها هي، أي هي أفعال طبيعية لها. أما حينما نتحدث عن أشياء مصنوعة أو وليدة صناعة كالسرير والثوب أو غير ذلك فما هو من هذا الصنف فإننا لا نجد فيها مبدءاً غريزيا أو ذاتيا أصلا للتغير، «بل من جهة أنه قد عرض لها أن تكون من حجر أو من أرض أو مما هو مختلط من ذلك، وبهذا المقدار حظها منه، فتكون الطبيعة مبدءاً ما وسببا لأن يتحرك ويسكن الشيء الذي هي فيه أولا بالذات لا بطريق العرض»[47].

الطبيعة مبدأ وسبب لأن يتحرك ويسكن الشيء الذي هي فيه أولا بالذات لا بطريق العرض[48]. من هنا الكلام عن «ما له طبيعة»[49]. أو «المجرى الطبيعي»

---

(45) نفس المصدر، (192 ب، 16 – 19).
(46) نفس المصدر، (192 ب، 23 – 32).
(47) نفس المصدر، (192 ب، 13 – 19).
(48) نفس المصدر، (192 ب، 20).
(49) نفس المصدر، (192 ب، 32).

أو طبيعة الشيء، كقولنا ان من طبيعة النار السمو إلى فوق، أي أنها تفعل ذلك بالطبع «فإن هذا المعنى ليس هو «طبيعة» ولا «ما له طبيعة» بل إنما هو «بالطبع» و«على المجرى الطبيعي»»[50].

أما تبيين أن الطبيعة شيء موجود فيعتبره المعلم الأول أمرا يدعو إلى السخرية؛ ذلك أن من الأمور الظاهرة ان كثيرا من الموجودات يجري ذلك المجرى «وتبيين الأمور الظاهرة بالأمور الخفية إنما هو من فعل من لا يقدر أن يميز بين المعروف بنفسه وبين المعروف بغيره»[51].

وقد سبق لأرسطو أن ذهب، في رده على الأيليين دعاة الثبات والوحدة، إلى أن من الأوليات التي على الفيزياء أن تنطلق منها أن الأمور الطبيعية تتحرك، إما كلها أو بعضها على الأقل؛ والتجربة تؤكد ذلك مثلما أن الاستقصاء يثبته[52].

الطبيعة، إذن، مبدأ ذاتي لبعض الجواهر؛ لكن ما هي ؟ هل هي مادة أم صورة مادامت الأجسام مكونة من مادة وصورة حسب المعلم الأول ؟

إنها مادة وصورة. وأرسطو، بموقفه هذا، يزعم مسايرة التقليد السابق عليه ومجاوزته في نفس الوقت. فما اعتبره سابقوه طبيعة صنفه هو على أنه مادة (جوهر) ملاحظا في نفس الوقت أن وجهة نظرهم ناقصة لا تأخذ بعين الاعتبار ان الطبيعة بمعنى المبدأ هي الصورة.

يقول : «وقد ظن قوم أن الطبيعة وجوهر الموجودات الطبيعية الشيء الأول [الهيولى] الموجود في كل واحد الذي هو غير مهيأ [غير مخلق] بذاته : مثال ذلك أن طبيعة السرير الخشب وطبيعة التمثال النحاس»[53].

ولا يذكر من بين هؤلاء الأقدمين سوى السوفسطائي **أنطيفن** Antiphon الذي جعل الهيولى أحق بأن تكون جوهر الشيء وطبيعته. وقياسه على ذلك هو هذا :

---

(50) نفس المصدر، (193 أ، 3)، (192 ب، 34).

(51) نفس المصدر، (193 أ، 5).

(52) نفس المصدر، (185 أ، 12).

(53) نفس المصدر، (193 أ، 9 – 12).

الطبيعة والجوهر هو الشيء الأول الثابت الموجود في كل شيء إذ كان الجوهر أحق بالثبات من غيره.

والهيولى هي الثابتة في كل شيء. إذن فالهيولى هي الطبيعة والجوهر.

كما يعتقد هذا السوفسطائي أن صورة السرير تبطل إذا ما تخمر وأنبت غصنا، لكن هيولاه لا تبطل.

يؤكد أرسطو أن الصورة أحق من الهيولى بأن تكون جوهرا وطبيعة، لأنها تثبت مع التغير(54). وهو الموقف ذاته الذي تبناه في **ما بعد الطبيعة**(55).

المعاني المشتقة للفظ الطبيعة لدى أرسطو :

رغم عناية أرسطو بتحديد المصطلح الفلسفي وحرصه على تقديم تعريفات دقيقة ومحددة لأهم المصطلحات المتداولة لديه، إلا أنه، وكما عودنا على ذلك، غالبا ما لا يلتزم بتلك التعريفات، ليستخدم المصطلح كيفما يحلو له. يصدق هذا على مصطلح الطبيعة مثلما يصدق على غيره من المصطلحات. صحيح أنه ما فتىء يحيل في مؤلفاته الأخرى على التعريف المقترح في المقالة الثانية من كتاب **الطبيعة**(56)، لكن ذلك لم يمنع أرسطو من تضمين لفظ الطبيعة أو **فيزيس** معان ومدلولات تبتعد أحيانا عن المعاني التي حددها لها. وقد سبق لنا أن أشرنا إلى بعض من تلك المعاني التي وردت في المقالة الأولى من كتاب الطبيعة.

فأرسطو غالبا ما يبدو أنه يجسد الطبيعة ويمنحها أوصافا ونعوتا وأفعالا مماثلة لتلك التي تتحلى بها مختلف الكائنات الطبيعية. غير أنه لا ينبغي أن يستخلص

---

(54) **نفس المصدر**، (193 ب، 9).

(55) أرسطو، **ما بعد الطبيعة**، (مقالة الدال، 1014 ب، 20 – 1015 أ، 15).

(56) مثل : **الطبيعة**، المقالة III، 200 ب، 12؛
المقالة VIII، 253 ب، 5، 254 ب، 16؛
في السماء، I، 2، 268 ب، 16؛
III، 2، 301 ب، 17؛
ما بعد الطبيعة، 1025 ب، 20، 1049 ب، 8–9، 1070 أ، 7–8؛
الأخلاق إلى نيقوماخوس، 1140 أ، 15؛
في النفس، 412 ب، 16.

من ذلك أن ثمة تحولا ما في المفهوم الذي نحن بصدده. في معظم الحالات، لا يعدو الأمر أن يكون تلاعبا بالألفاظ والأسلوب والتعابير. وإذا كانت للطبائع خصائص مشتركة فإن ذلك يبيح القول بأن الطبيعة تتحلى بتلك الخصائص؛ إذا كان من جوهرها كطائع إنها تسعى، مثلا، إلى تحقيق غايات، فإن ذلك يسمح لنا بالقول إن الطبيعة تحقق غاية ما.

وبخصوص الظواهر الطبيعية :

يقول أرسطو : «إن ما يكون بالطبيعة هو ما كان يتحرك على اتصال من مبدإ يكون لشيء شيء مما يكون بالطبيعة غاية واحدة، ولا أي غاية اتفقت، إلا أن المبدأ الواحد إنما يؤدي أبدا إلى غاية واحدة بعينها، ما لم يعقه عنها عائق»[57].

---

(57) أرسطو، **الطبيعة**، (199 ب، 15).

المظفر الإسفزاري
عالم من القرن 5/6هـ-11/12م
مؤلف «إرشاد ذوي العرفان إلى صناعة القفان»[1]

محمد أبطوي
كلية الآداب ــ ظهر المهراز / فــاس

1.ــ حياة وأعمال الإسفزاري

1.أ. محاولة بيوغرافية

أبو حاتم المظفر بن إسماعيل الإسفزاري[2] عالم إيراني مسلم، من المحتمل أن يكون اِسمه قد اشتق من مدينة إسفيزار بخراسان المذكورة في معجم البلدان لياقوت. وهو من علماء الدولة السلجوقية، كان معاصرا لعمر الخيام (حوالي 1048-1131) ولعبد الرحمان الخازني (حوالي 1115-1130)[3]. ويمكن

---

(1) تندرج هذه المقالة في إطار البحث الذي أُنجزه منذ سنة 1996 حول تاريخ الميكانيكا العربية الكلاسيكية بالتعاون مع معهد ماكس بلانك لتاريخ العلوم (Max Planck Institut für Wissenchaftsgeschichte) ببرلين. وأشكر الدكتور يورجن رن (Jürgen RENN) مدير المعهد على الدعم والمساندة التي يوفرها لي لإنجاز هذا البحث والرعاية الطيبة التي يحيطني بها خلال إقاماتي المتعددة بمعهد ماكس بلانك ببرلين.

(2) يوجد الإسم في المصادر الأصلية مكتوبا بدون همزة، مما لا يسمح بمعرفة إن كان ينبغي قراءته الأسفزاري أو الإسفزاري، اللذان يوجدان معا في الأدبيات الحديثة للإشارة إلى نفس العالم. لكن يبدو أن الطريقة الشائعة في نطق الأسماء الفارسية المشابهة هو الإسفزاري، وهكذا يكتبها الشافعي ناشر تتمة صوان الحكمة : أنظر البيهقي 1935، صص 119-120.

(3) أبو الفتح عبد الرحمان الخازني هو مؤلف كتاب ميزان الحكمة، أحد أهم الكتب الفيزيائية في العصر الوسيط، انتهى من تأليفه عام 515هـ/1121-1122، وخصصه لوصف مستفيض لميزان الحكمة، الذي هو ميزان مائي معقد يستخدم لتحديد الأوزان النوعية للأجسام، ويبين استعمالاته المختلفة. وإضافة إلى موضوعه الرئيسي هذا، فإن الكتاب موسوعة تغطي مجموعة واسعة من المواضيع المرتبطة بالميكانيكا النظرية والتطبيقية كما كانت معروفة=

اِعتبار هؤلاء العلماء الثلاثة وبعض زملائهم وتلامذتهم اِستمرارا لتقليد المدرسة العلمية الإسلامية الشرقية التي نبغ من ممثليها في الفترة السابقة عليهم الشيخ الرئيس أبو علي ابن سينا (980-1037) والعالم الفذ أبو الريحان البيروني (973-1048) ويشترك الإسفزاري مع الخيام والخازني في البحث الفلكي والاهتمام بالميكانيكا النظرية والعملية، غير أنه والخازني لم تكن لهما الدراية والنبوغ اللذان أبان عنهما الخيام في ميدان الرياضيات، وكان يغلب على أبحاثهما الطابع التطبيقي. وتتمثل المساهمة العلمية الأساسية للإسفزاري، بالإضافة إلى بعض كتاباته الأخرى الباقية في الآثار العلوية والرياضيات، في أبحاثه في ميدان الميكانيكا كما عرفت في التقليد العربي والإسلامي منذ القرن 9م، وبالخصوص فيما يتعلق بالدراسة النظرية والتطبيقية لمختلف أنواع الموازين.

لا نعرف إلا النزر اليسير عن حياة الإسفزاري، فلم يذكر ابن النديم ولا ابن أبي أصيبعة و ابن القفطي ولا ابن خليكان ولا حاجي خليفة شيئا عن سيرته. ويعتبر كتاب **تتمة صوان الحكمة** لظهير الدين أبو الحسن علي ابن زيد البيهقي (المتوفى في 5565/1169-1170م) أحد المصادر الأساسية لما وصلنا عنه[4]. ولم يذكر الإسفزاري إلى حد الآن إلا ذكرا عابرا في تاريخ العلوم، كما هو الشأن لدى توماس إيبل (Ibel 1908، ص. 79)[5] وإيلهارد فيدمان Wiedemann (1970، ص. 653)، اللذان كانا من أوائل من اهتموا بالكتابات الميكانيكية العربية، وفي المؤلفات الموسوعية الضخمة لكل من جورج سارطون (1927-1931، ج. 2، ص. 204) وكارل بروكلمان (1943-49، الملحق 1، ص. 806) وهينريش سوتر (1986، ص. 114)[6] وفي كتاب روسي

= في عصر الخازني في مصادرها الإغريقية والعربية. انظر حول الخازني وكتابه البيهقي 1988، ص. 161-163 وAbattouy 1997a، صص. 23-29 وAbattouy 1997b.

(4) عرف كتاب البيهقي عدة نشرات حديثة منها نشرة الشافعي 1935 ونشرة كرد علي (ط. 1، 1946، ط. 2، 1988) تحت عنوان: «تاريخ حكماء الإسلام»، كما ترجمت معظم محتوياته المتعلقة بالسير العلمية إلى الألمانية (Wiedemann 1970, vol. 1, pp. 641-695) وإلى الإنجليزية (Meyerhof 1948).

(5) انظر الإحالات المرجعية الكاملة في نهاية المقالة.

(6) يذكر سوتر الإسفزاري في المدخل 268 من مقاله «رياضيو وفلكيو العرب» تحت إسم Muzaffar el-Isferaldi.

حديث حول الرياضيين والفلكيين المسلمين[7]. كما ذكره ضمن المؤلفين العرب المحدثين قدري طوقان في مؤلفه الكلاسيكي[8].

أما المصادر الحديثة المعتمدة لدراسة الفكر والحضارة الإسلاميين مثل **موسوعة الإسلام** (Encyclopedia of Islam) بمختلف طبعاتها **ومعجم السير العلمية** (Dictionary of Scientific Biography)، فتخلو من مدخل مستقل حول الإسفزاري ولا تستحضره إلا ضمن ترجمة الخازني[9]، وهذا دليل إضافي على الإهمال الذي تعرض له صاحبنا[10].

عايش الإسفزاري نشوء الدولة السلجوقية وعزتها منذ أواسط القرن 11م، على إثر دخول السلاجقة الأتراك بغداد عام 1055، وتقلد زعيمهم طغرلبك لقب «سلطان» ووضعه الخليفة العباسي القائم بأمر الله تحت حمايته. وبذلك وضع هؤلاء الأتراك السنيون حدا لسيطرة البويهيين، ذوي النزعة الشيعية، على الخلافة وتسيير أمور الدولة الإسلامية في المشرق[11]. وعرفت دولة السلاجقة في أول عهدها

---

(7) انظر Matvievskaya & Rosenfeld 1983، ج 2، ص. 321. تنبغي الإشارة هنا إلى الدراسة التي خصصتها إ.س. ليفينوفا لما نشره الخازني من أعمال عمر الخيام والإسفزاري حول الميزان المائي (Levinova 1972). ورغم أنني لم أطلع على كل ما صدر بالروسية حول الإسفزاري، لا يبدو أن الأدبيات التاريخية الروسية تتضمن معطيات جديدة حول الإسفزاري وأعماله، حيث أن شيئا من ذلك لم يبرز في أعمال ميريام روزنسكايا، المتخصصة في الميكانيكا العربية : انظر Rozhanskaya 1991, 1996 و Rozhanskaya & Levinova 1983.

(8) يذكر قدري طوقان (بدون تاريخ، ص. 358) أن الإسفزاري توفي حوالي 480هـ/1087-1088م، وسنرى أن هذا التاريخ غير صحيح. ورأيت في بعض المراجع أن الزركلي أيضا ذكر الإسفزاري لكنني لم أطلع على الأعلام بعد.

(9) انظر Hall 1973، صص. 342، 343، 345. ويجدر التنويه بمبادرة R. Hall الذي خصص فقرة (ص. 345) لميكانيكا الإسفزاري كما إطلع عليها في كتاب «ميزان الحكمة» للخازني.

(10) لا نجد ذكرا للإسفزاري حتى في المجلدات التسعة المنشورة من كتاب فؤاد سيزكين (Sezgin 1967-1984) الضخم تاريخ المخطوطات العربية بالألمانية، والمخصص للتراث الإسلامي خلال القرون الخمسة الأولى للإسلام إلى حدود حوالي 450هـ. كما لم يحصل الإسفزاري على أي اهتمام من لدن الباحثين المعاصرين الذين انصبت جهودهم على نصوص المتن الميكانيكي العربي، وعلى رأسهم أحمد الحسن ودونالد هيل. وتجد هذه الوضعية تفسيرها في أن التغطية الكاملة للميكانيكا العربية ما زالت لم تنجز بعد بالشكل المرغوب فيه.

(11) كان البويهيون قد فرضوا على الخلفاء العباسيين التخلي عن كل دور سياسي، ونزعوا منهم =

إستقرارا وازدهارا كبيرين، ولعبت دورا مهما في توحيد المسلمين ومقاومة الغزو الصليبي للساحل السوري والفلسطيني ابتداء من 1096. أما على الصعيد الثقافي والفكري، فقد شجع رجالات الدولة السلجوقية العلماء والأدباء والمعماريون على تنمية ثقافة فارسية إسلامية زاهية، كانت إيذانا بتحول عميق سيفصل تدريجيا البلاد الإيرانية عن باقي المشرق العربي، خصوصا بعد سقوط الخلافة العباسية وتعدد هجومات القبائل التترية القادمة من وسط آسيا التي أفرغت إيران من ساكنتها وخربت مدنها وحرمتها من نخبها، قبل أن تستقر في حدودها الحالية ابتداء من القرن 16 م تحت حكم الدولة الصفوية.

كانت إصفهان عاصمة الدولة السلجوقية في عهد سلاطينها الثلاثة الأوائل طغرلبك وألب أرسلان وملكشاه، بينما بقيت بغداد مركزا للخلافة العباسية. لكن مع نهاية القرن 11/5م صارت نيسابور والري ومرو أيضا مراكز لحكم الأمراء السلاجقة. ومثلت مدة حكم ملكشاه (1072-1092م) ووزيره نظام الملك (1018-1092) أزهى فترات الحكم السلجوقي بدون منازع. فقد أدار الوزير نظام الملك الإمبراطورية الواسعة بحنكة ودراية، وإليه يرجع فضل تأسيس المدارس النظامية التي عرفت بإسمه في بغداد ونيسابور ابتداء من 457 / 1065م، قبل أن تنتشر بسرعة في كل أرجاء العالم الإسلامي(12). لكن بوفاة ملكشاه ومقتل وزيره في 485 /1092 م، عمت الفوضى والحروب بين الأمراء السلاجقة، فانفصل عدد من الأقاليم عن الحكم المركزي. ورغم المحاولات المستميتة التي بذلها أحد أبناء ملكشاه، أحمد أبو الحارث المعروف بسنجر، لإعادة الأمور إلى نصابها، لم يتسن له فرض سلطته على أرجاء الدولة السلجوقية، حتى لما نصب سلطانا في 1118. وقضى سنجر وقتا طويلا في نزاعات لا تنتهي، قبل أن ينهزم هزيمته الكبرى سنة 1153. وبعد وفاته في 1157 تسارعت وتيرة تفكك الدولة

= كل سلطاتهم واحتفظوا لهم بدور رمزي محدود. ورغم المحاولات التي بذلها بعض الخلفاء مثل المستظهر (1094-1118) والناصر (1180-1225) لإعادة الخلافة إلى حظوتها السابقة، لم تتوقف مسيرة التحلل والاضمحلال التي استمرت إلى أن احتل هولاكو بغداد يوم 10 فبراير 1258 وأعدم المستعصم، آخر الخلفاء العباسيين.

(12) حول المدارس النظامية وتطورها، انظر Makdisi 1961 وMakdisi 1981.

السلجوقية[13].

يورد البيهقي في «**تتمة صوان الحكمة**» ترجمة ثمينة لحياة الإسفزاري تتضمن معلومات قيمة عن حياته ومجالات بحثه العلمي واشتغاله الفكري :

«الفيلسوف أبو حاتم المظفر الإسفزاري : كان حكيما معاصرا للفيلسوف عمر الخيام وبينهما مناظرات ولكن المظفر عنه بعيد، والغالب على المظفر علوم الهيئة، وعلم الأثقال والحيل، وكان حانيا رؤوفا بالمستفيدين على خلاف طبيعة الخيام، وللمظفر تصانيف كثيرة في الرياضيات والآثار العلوية وغير ذلك. وهو الذي عمل ميزان أرشميدس الذي يعرف به الغش والعيار وصرف من عمره في ذلك مدة، فخاف خازن السلطان الأعظم وهو خصي يقال له «سعادة الخادم» ظهور خيانته في الخزانة بسبب هذا الميزان فكسره وفتت أجزائه. ولما سمع الحكيم المظفر [بهذا] مرض مات أسفا» (البيهقي 1935، صص. 119--120 ؛ البيهقي 1988 الفقرة 68، ص. 125).

يمكن أن نستخلص من رواية البيهقي المقتضبة عن حياة وأعمال الإسفزاري أنه توفرت له معلومات دقيقة عنه وأنه ربما اطلع بنفسه على كتاباته، وذلك ما يبدو من وصفه لإنتاجاته العلمية والذي يتسم بالدقة كما سنبين.

يشير البيهقي إلى الإسفزاري بلقب «الفيلسوف» و«الحكيم»، ويحدد ميادين عمله العلمي في علوم الهيئة والأثقال والحيل والرياضيات والآثار العلوية، كما تدل إشاراته إلى أنه كان «رؤوفا بالمستفيدين»، إلى أنه مارس التدريس. كما يحدد البيهقي تاريخ حياة صاحبنا بالإشارة إلى كونه كان معاصرا للخيام، الرياضي والشاعر المعروف. ونستشف من ذكره للمناظرات التي كانت تجري بين الرجلين أن هذه المجادلات الفكرية كانت تدور بين عالمين ندين من نفس المستوى، وربما من سن متقارب. ومن المحتمل أن تكون النقاشات التي جرت بينهما قد انصبت في بعض مناحيها على مسائل الوزن والميزان التي ألفا فيها رسائل وصلت إلينا[14]. ومن

(13) للمزيد من المعطيات حول تاريخ الدولة السلجوقية، انظر Aubin édit. 1971-74 J وBarthold 1988، وCalmard 1972.

(14) كتب عمر الخيام رسالتين في علم الميزان هما ميزان الحكم والقسطاس المستقيم نشرهما الخازني (1940، صص. 87−92 و151−153). ويذكر مؤلفا ترجمة الخيام في معجم السير العلمية Youskevitch & Rosenfeld، ص. 325) أن الخيام ربما قد يكون ألف هاتين الرسالتين في مرو (حاليا في تركمنستان) بعد اعتلاء سنجر عرش الدولة السلجوقية عام 1118.

المعلوم أن عمر الخيام عاش في خراسان ما بين حوالي 1048 و1131، وهذا ما يسمح بتحديد تقريبي لحياة الإسفزاري، يتقاطع مع ما تمدنا به مصادر تاريخية أخرى.

وفي هذا الصدد يحتل كتاب نظامي عروضي سمرقندي **جهار مقالات** (الذي وضعه ما بين سنتي 511 و513هـ) موقعا شديد الأهمية ضمن المصادر التي تذكر الإسفزاري، حيث أنه يخبرنا بأن نظامي عروضي (توفي سنة 556هـ/1161) التقى بالإسفزاري شخصيا في سنة 506هـ/1112 بمدينة بلخ (بأفغانستان حاليا) التي كانت المركز السياسي لولاية خراسان، برفقة عمر الخيام[15].

كما حفظ لنا المؤرخ إبن الأثير شهادة ثمينة عن حدث هام في الحياة العلمية للإسفزاري، يتمثل في مشاركته في أبحاث فلكية ابتداء من سنة 476هـ، عندما جمع السلطان ملكشاه مجموعة من أعيان الفلكيين في مرصد بناه وطلب منهم أن يصلحوا التقويم. يقول ابن الأثير في هذا الصدد أثناء استعراضه لأحداث سنة 476هـ/74-1075م :

> «جمع نظام الملك والسلطان ملكشاه جماعة من أعيان المنجمين وجعلوا النيروز أول نقطة من الحمل، وكان النيروز قبل ذلك عند حلول الشمس نصف الحوت وصار ما فعله السلطان مبدأ التقاويم. وفيها أيضا عمل الرصد للسلطان ملكشاه واجتمع جماعة من أعيان المنجمين في عمله منهم عمر بن إبراهيم الخيامي وأبو المظفر الإسفزاري وميمون بن النجيب الواسطي وغيرهم وخرج عليه من الأموال شيء عظيم وبقي الرصد دائرا إلى أن مات السلطان سنة 485 فبطل بعد موته» (ابن الأثير 1378 [1967]، ج. 8، ص. 121).

كما يبدو من التواريخ التي ذكرها ابن الأثير، استمر البحث الفلكي في مرصد ملكشاه بإصفهان لمدة تقارب العشرون سنة، تحت رعاية السلطان ودعمه المتواصل، وكانت هذه المؤسسة العلمية أهم مرصد فلكي في العالم الإسلامي في القرن 11م. وكان برنامج عملها هو إصلاح التقويم، حيث أنه في بداية عهد ملكشاه كان النيروز ـــ بداية السنة الفارسية ـــ يأتي في غير وقته المعتاد حسب حركة الشمس في السماء. وكان الرصد الذي أمر السلطان بإجرائه يهدف إلى إصلاح هذا الخلل وإعطاء الإنطلاقة لتقويم جديد مبني على أسس فلكية صلبة،

(15) انظر Samarqandi 1910 صص. 62-63.

تصادف فيه بداية السنة الاعتدال الربيعي (Vernal equinox)، وذلك بداية من سنة 477هـ /1075-1076. وكما تبين شهادة ابن الأثير، صرف مال كثير على هذا البحث، وكانت نتيجته هي العمل الجماعي الذي عرف بـ «الزيج الملكشاهي» الذي لم يتبق منه اليوم إلا جزء يسير، في هيئة جدول بمواقع وأحجام النجوم المائة الأكثر سطوعا. غير أن برنامج المرصد لم ينفذ بصفة كاملة بسبب توقف المرصد عن العمل بوفاة راعية السلطان ملكشاه[16].

تؤكد شهادة ابن الأثير ما قرأناه لدى البيهقي من أن «علوم الهيئة» كانت من العلوم الغالبة في أبحاث الإسفزاري. ولا يعرف إلى حد الآن أي أثر مكتوب له في هذا الميدان، لكن من الأكيد أنه شارك في الأرصاد والأبحاث الفلكية في مرصد ملكشاه منذ تأسيسه في 467 هـ /1074-1075، كما تدل على ذلك شهادة ابن الأثير الذي عده من «أعيان» علماء الفلك، ومن المحتمل أن يكون صاحبنا قد بقي في المرصد طوال هذه المدة، رغم أننا لا نتوفر على أية شهادة تؤكد مكوثه هناك بصفة متواصلة[17]. من ناحية أخرى، يمكن للمرء أن يخمن أن إحدى المهام التي ربما أسندت للإسفزاري هي صناعة الأدوات الفلكية، على اعتبار المهارة التي سيظهرها في وصف الآلات وتحليلها في أعماله الميكانيكية[18].

بعد وفاة السلطان ملكشاه، لم يستمر خلفاؤه في انتهاج نفس السياسة الثقافية والعلمية التي سنها الوزير نظام الملك[19]، فانحسر الدعم المقدم للعلماء والباحثين، وأغلق مرصد ملكشاه وتوقف العمل في إصلاح التقويم. ويمكن أن يكون لإضطراب الحياة السياسية آنذاك وتعدد مراكز القرار وانشغال رجال الدولة

(16) يذكر Sayili 1981، صص. 162-163 تفاصيل أخرى عن العمل الذي أنجز في مرصد ملكشاه.

(17) يذكر أبو الفدا مشاركة الإسفزاري (الذي يشير إليه خطأ باسم الإسفراييني) في الرصد في مرصد ملكشاه، ربما بالاعتماد على رواية ابن الأثير: انظر أبو الفدا [1273-1331]، 1907، ج. 2، صص. 191-192. انظر أيضا Sayili 1981، ص. 161.

(18) حسب شهادة مقتطفة من مصدر فارسي ربما يكون من تأليف عمر الخيام، فإن العلماء الذين عملوا في المرصد إستقدموا من خراسان وصنعت لهم الأدوات الفلكية: انظر 1981 Sayili، ص. 163.

(19) حول دعم الوزير الحسن بن إسحق الطوسي المعروف بنظام الملك للبحث العلمي، انظر العاملي 1406، ج. 5، صص. 165-166.

بالحروب والفتن دور حاسم في هذا التراجع. وقد حاول السلطان سنجر أن يعيد إحياء هذه السياسة، فرعى أعمال بعض العلماء وقربهم من بلاط حكمه، سواء كمدرسين في المدرسة النظامية في نيسابور، التي كانت مقر حكم سنجر خلال مدة حكمه كوالي على خراسان، أو كباحثين في ميادين علمية مختلفة. وهذا ما يدل عليه إهداء عبد الرحمان الخازني لعملين مهمين لأبي الحارث سنجر، وهما كتاب «**ميزان الحكمة**»، الذي انتهى من تأليفه عام 515هـ/1121-1122، و«**الزيج المعتبر السنجري**» الذي سماه بإسمه.

ولاستكمال معرفتنا بعناصر حياة الإسفزاري، تمكنت من استخلاص عنصر جديد لم يسبق أن أميط عنه اللثام قبل اليوم، يتعلق بتحديد هوية محمد بن منصور الذي أهدى إليه الإسفزاري رسالته في صناعة الميزان القباني. تحمل رسالة الإسفزاري العنوان الكامل التالي : «إرشاد ذوي العرفان إلى صناعة القفان تأليف حكيم زمانه وفيلسوف أوانه أبو حاتم المظفر بن إسماعيل الإسفزاري لخدمة المولى الجليل أبو سعيد محمد بن منصور» (ورقة 16أ)[20]. وفي الصفحة الموالية يتكرر الإهداء بتفصيل أكبر :

... «مما تقدر لي من السعد والرأي الرشيد خدمة مولانا الشيخ الأجل السيد شرف الملك عمدة العارفين أبو سعيد محمد بن منصور بن محمد، أدام الله جمال الدهر ببقائه. ومن تأمله علم أن الله تبارك وتعالى فرق المحاسن على أهل كل زمان وجمعها في كتاب هذا الإنسان، فهو الكرم إنسا والفضل تمثل شخصا. وكان من شيمته الحميدة وسيرته السديدة دوام البحث عن غرر العلوم وعيونها وحب الغوص على مخزون الحكم ومكنونها، حتى أن مجلسه الشافي لا زال مأنوسا محروسا لم يدع فضيلة من الفضائل التي يجري إليها عاقلا أو يقصدها فاضلا إلا وقد جمعها لمن ينتمي إليه ويتمكن لديه. فأطال الله للعلم وطلابه بقاءه وأدام للدهر العاطل ببقائه بهائه» (ورقة 16 ب).

ومحمد ابن منصور هذا هو أحد رجال دولة السلطان ملكشاه، ورد ذكره لدى ابن الأثير في سياق استعراضه لأحداث شهر محرم من سنة 495هـ/نونبر 1101 :

---

(20) الإحالات إلى نص الإسفزاري تشير إلى تحقيقي النقدي لمخطوطة رسالة إرشاد ذوي العرفان إلى صناعة القفان التي سندرس محتوياتها في القسم الثاني من هذه المقالة. وسينشر النص المحقق لهذه الرسالة برفقة ترجمة إنجليزية Abattouy & Weinig (forthcoming).

«وفيه [أي في هذا الشهر] توفي شرف الملك أبو سعد محمد بن منصور المستوفي الخوارزمي بأصبهان وكان مستوفيا في ديوان السلطان ملكشاه فبذل مائة ألف دينار حتى ترك الاستيفاء وبني مشهدا على قبر أبي حنيفة رحمة الله عليه ومدرسة بباب الطلق ومدرسة بمرو وجميعها للحنفيين» (ابن الأثير 1378 [1967]، ج. 8، ص. 205).

ويبين تطابق الإسم (محمد بن منصور) واللقب (شرف الملك) في رسالة الإسفزاري وعند ابن الأثير أنه من المحتمل جدا أن يكون المعني بالأمر شخص واحد[21]، والذي كان مسؤولا عن استيفاء الخراج في بلاط السلطان ملكشاه. ومن الطبيعي أن يكون مثل هذا الموظف السامي مهتما بنظرية وصناعة الميزان القباني وأن يكون شجع الإسفزاري على تأليف رسالته أو طلب منه أن يضعها له خصيصا، كما أنه من المنطقي أن يقوم شخص يتمتع بثروة هذا المستوفي بتشجيع العلماء ورعاية أعمالهم في عهد الوزير نظام الملك الذي عرف عنه اتباعه لسياسة ثقافية إرادية صارت هي السياسة الرسمية للدولة السلجوقية في عهده ونموذجا تحتذى به في تلك الفترة. وحسب شهادة ابن الأثير، فإن محمد بن منصور هذا كان شخصا غنيا ومهتما بأمور العلم والدين، كما يدل على ذلك اهتمامه بضريح الإمام أبي حنيفة وبنائه لمدرستين ووقفهما على مناصري مذهب أبي حنيفة الفقهي الذي كان منتشرا في إيران والعراق منذ العهد الأول للخلافة العباسية. وهذا ما يتماشى أيضا مع تسمية الإسفزاري له بـ«الشيخ الأجل عمدة العارفين». ومن المحتمل أن يكون الإسفزاري قد أهدى إليه رسالته حينما كان مازال يمارس وظيفة المستوفي. وكما يخبرنا ابن الأثير، فقد تخلى محمد بن منصور عن هذه المهمة قبل وفاته في محرم 495هـ/نونبر 1101م، وبذلك يكون تأليف رسالة الإسفزاري يعود إلى فترة ـــ قد تمتد على بضع سنوات ـــ قبل هذا التاريخ.

من ناحية ثانية، يمكننا تحديد هوية من أهدى إليه الإسفزاري رسالته لتأكيد ارتباط عالمنا ببلاط السلطان ملكشاه وكونه عمل في خدمة أحد رجال دولته، وهو المستوفي المسؤول عن استيفاء الخراج والذي يدخل الاهتمام بالوزن والموازين ضمن مهامه الرسمية. وبناء على ذلك، يمكن الافتراض بأن المستوفي محمد بن

---

(21) الفرق الوحيد بين الاسمين يوجد في الكنية : «أبو سعيد» في إهداء الإسفزاري و«أبو سعد» لدى بن الأثير. ويمكن أن يكون مصدر هذا التباين الطفيف مجرد خطإ مطبعي أو نسخي.

منصور ربما كان يشغل الإسفزاري لحسابه لصناعة آلات وزن دقيقة، قبانية ومائية، ومن الممكن أن يكون هو الذي شجعه على صناعة الميزان المتطور الذي يعرف به الغش والعيار والذي ذكر البيهقي أن عالمنا صرف مدة من عمره في عمله.

وعلى سبيل التذكير، يمكن حصر المعطيات المتعلقة بحياة الإسفزاري والتي جمعناها من مختلف المصادر كما يلي. فقد عاش صاحبنا في نفس عصر عمر الخيام في وسط البلاد الفارسية بأصفهان وفي شرقيها بخراسان حتى بداية القرن 6هـ/12م. تردد على البلاط السلجوقي في عهد ملكشاه في إصفهان وربما حتى على بلاط ابنه سنجر في نيسابور قبل 1118، كما شارك في الأبحاث الفلكية التي أجريت في مرصد ملكشاه ما بين 467-485هـ/1174-1092. ربما كان عمره آنذاك يشارف على الثلاثين[22] وهذا ما يؤخر تاريخ ولادته إلى حوالي 440هـ/1048.

ذكر البيهقي أن الإسفزاري توفي بصورة فجائية على إثر تدمير الميزان الذي اشتغل لمدة من الزمان في بنائه. لا نتوفر اليوم على أي مصدر مستقل للتأكد من هذه الرواية، وبفعل القرب الزمني بين البيهقي والاسفزاري، فلربما سمعها مؤلف تتمة **صوان الحكمة** ممن عرف هذا الحدث المؤلم عن قرب. لكن لنلاحظ أن الخازني لا يذكر شيئا عن هذه الحادثة، ولو بطريقة غير مباشرة. وإن كان إعراض الخازني عن الإشارة إلى هذا الحادث لا ينهض دليلا في حد ذاته على عدم صدق رواية البيهقي، فإنه يعزز الشكوك المشروعة التي يمكن أن تحوم حولها[23].

على العموم، تسمح بعض العناصر التي أوردناها أعلاه بتحديد تقريبي لتاريخ

(22) وهو السن الذي يكون قد سمح له أن يحسب كعالم فلك جدير بأن يشتغل مع عمر الخيام ويستقدم من طرف أعلى سلطة في الدولة السلجوقية للمشاركة في بحث على غاية من الأهمية، يتعلق بإصلاح التقويم.

(23) يمكن الشك في عدد من الوقائع الواردة في كتاب البيهقي والتي تبين بالملموس أنها تجانب الصواب إلى حد كبير، مثل ترجمته الغربية ليوحنا النحوي : انظر Meyerhoff 1948، صص. 143-145. في المقابل، تضفي علاقة الإسفزاري بمحمد بن منصور مسحة من المصداقية على قيام خازن السلطان بتكسير الميزان الذي صنعه الإسفزاري. فمن المحتمل أن يكون لهذه الواقعة علاقة بالنزاعات والخصومات التي تنشأ عادة بين الموظفين الذي يعملون في وظائف متقاربة وتنشأ من تداخل مسؤولياتهم. فخازن السلطان كان بالضرورة على اتصال مباشر بالمستوفي.

وفاة الإسفزاري. فهو توفي بعد لقائه بنظامي عروضي في بلخ سنة 506هـ/1112م، وقبل انتهاء الخازني من تأليف كتاب ميزان الحكمة سنة 515هـ/1121-1122، حيث يترحم على الإسفزاري ويذكر بوضوح أنه كان قد ذهب إلى لقاء ربه. اعتمادا على هذين الحدثين، من المحتمل جدا أن يكون عالمنا قد توفي حوالي 510هـ/ 1116، عن سن تناهز السبعون عاما.

1.ب. مؤلفات الإسفزاري

حسب شهادة البيهقي، كان يغلب على الاهتمامات العلمية للإسفزاري إنشغاله بـ «علم الأثقال والحيل»، زيادة على علوم الهيئة والرياضيات والآثار العلوية، وهي الميادين العلمية التي ترك فيها آثارا مكتوبة أو عرف عنه تناولها. ومن المحتمل أن يكون كتب في هذه المجالات العلمية وفي غيرها مؤلفات لا نعرف عنها اليوم شيئا. ومن المؤمل أن يكشف النقاب عنها في السنين اللاحقة مع تقدم البحث عن الأصول العلمية العربية الوسيطة في مكتبات العالم.

في ميدان الميكانيكا، نتوفر اليوم على كتابات للإسفزاري حول الميزان وحول علم الأثقال والحيل. ففي ميدان علم الميزان(24)، وصلتنا نسخة وحيدة من رسالة «**إرشاد ذوي العرفان إلى صناعة القفان**»(25)، وهذه الرسالة الأخيرة هي التي سوف ندرسها أدناه. ويمكن أن نستشف من ما ذكره البيهقي عن أن الإسفزاري «هو الذي عمل ميزان أرشميدس المقياس الذي يعرف به الغش والعيار» بأنه كتب بصدد هذه الآلة تأليفا ما، وهذا ما يتطابق مع نسبة بعض فصول المقالة الخامسة من كتاب «**ميزان الحكمة**» للخازني إلى الإسفزاري. ففي مقدمة كتابه الضخم، يشير الخازني ضمن علماء الدولة السلجوقية الذين نظروا في الميزان المائي إلى «الإمام

---

(24) أستخدم عبارة «علم الميزان» بمعناها المعاصر المتداول في تاريخ العلوم (Science of balance)، للدلالة على النظرية الرياضية والفيزيائية للميزان وتطبيقاتها العملية في صناعة الموازين، وتركيبها والعمل بها. ويجدر التنبيه إلى أن هذه العبارة لا علاقة لها بـ«علم الصنعة» أو الألخيميا الذي عرف أيضا في الثقافة العربية الكلاسيكية تحت تسمية «علم الميزان».

(25) القفان والقبان والقرسطون كلمات مترادفة، استعملت في الأدبيات الميكانيكية العربية للدلالة على الميزان القباني ذي الأذرع اللامتساوية والذي مازال مستعملا إلى حد اليوم ويسمى في المغرب «ميزان الكرة» : أنظر Abattouy 1997a، [illegible] 3? و Abattouy 1997b.

أبو حفص عمر الخيامي» وإلى «معاصره الإمام أبو حاتم المظفر بن إسماعيل الإسفزاري»، الذي كان :

> «ناظرا فيه مدة أحسن نظر ومتأملا في صنعته ومتأنقا في حدته، وسعى في تسهيل العمل به على من أراده، وزاد فيه منقلتين للتمييز بين جوهرين مختلطين وأشار إلى إمكان وجود مراكز الفلزات على عموده إستقراء ورصدا لماء معين، إلا أنه لم يشر إلى كمية أبعادها عن المحور أجزاء وعددا ولا إلى شيء من أعمالها سوى شكل الميزان، وسماه «ميزان الحكمة» ومضى إلى رحمة الله تعالى قبل إتمامه وتدوينه» (الخازني 1940، ص. 8).

قد توحي الجملة الأخيرة من كلام الخازني بأن الإسفزاري لم يدون شيئا حول ميزان الحكمة، لكنها تعني فقط بأن عالمنا قد توفي قبل أن يضع مؤلفا كاملا في هذا الصدد. ففي المقالة الخامسة الخاصة بـ«صنعة ميزان الحكمة وتركيبه وامتحانه وتعريفه»، يورد الخازني بابا كاملا ينسبه إلى الإسفزاري : «في صنعة أعضاء ميزان الحكمة على الهيئة التي أشار إليها الشيخ الإمام أبو حاتم المظفر بن إسماعيل الإسفزاري» (الخازني 1940، ص. 93). ويختم هذا الباب الطويل نسبيا والمتكون من سبعة فصول بالعبارة التالية : «وتمت آلاته بهذا الفصل ولله الحمد والمنة» (نفس المرجع، ص. 102). ومن الواضح أن الخازني نشر بأمانة في هذا الباب عمل الإسفزاري حول «شكل الميزان» الجامع، كما فعل في الباب الثاني من المقالة الثانية حيث قدم نشرة مختصرة لعمل صاحبنا حول الميزان القباني كما سنرى لاحقا. غير أننا لا نعرف إلى أي حد قد يكون تصرف في المادة المنشورة في بداية المقالة الخامسة بسبب انعدام مصدر مستقل للمقارنة.

تمثل علاقة الإسفزاري بعبد الرحمان الخازني نقطة هامة في السيرة العلمية لكل من هذين العالمين، ومازالت لم يسلط عليها ما يكفي من الضوء لفهم مختلف جوانبها. فهما قد اشتغلا معا في خدمة الدولة السلجوقية، وكان الإسفزاري يكبر الخازني سنا وربما تتلمذ هذا الأخير على يديه في علم الميزان وتطبيقاته. وهذا ما يبرز بوضوح في كتاب ميزان الحكمة، حيث يعتمد الخازني في المقالتين الثانية والخامسة اعتمادا شديدا على ما توفر له من أعمال الإسفزاري في نظرية الميزان القباني ووصف الميزان الجامع وذكر أجزاءه، وهي الأعمال التي تمثل بعضا من المفاصل الأساسية للكتاب (نفس المرجع، صص. 38–54 و93–102). في المقابل، لعبت نشرة الخازني لاجتهادات «أستاذه» دورا حاسما في الحفاظ على

مؤلفات الإسفزاري من الضياع، حيث أن جزءا هاما منها لا نعرفه اليوم إلا بفضل دمج الخازني لها في مؤلفه الهام(26).

أما آثار الإسفزاري في الميكانيكا فيمثلها نص يحمل عنوان الحيل في جر الأثقال ويتضمن هذا النص مقتطفات أخذها صاحبنا من الكتابات الميكانيكية الإغريقية والعربية الآتية :

أ ـــ الترجمة العربية التي أنجزها قسطا بن لوقا لكتاب هيرون الإسكندراني والتي عنونها بـ حول رفع الأشياء الثقيلة،

ب ـــ الترجمة العربية لكتاب فيلون البيزنطي المعنونة بـ كتاب فيلون في الحيل الروحانية ومجانيق الماء،

ت ـــ نص غير معروف لأبولونيوس حول البكرات (Pulleys)،

ث ـــ كتاب الحيل لبني موسى.

ويوجد نص الحيل في جر الأثقال الذي لم يسبق نشره ولا دراسته في نسختين محفوظتين بحيدر آباد (مكتبة الجامعة العثمانية بحيدر آباد، مخطوط ق ع س 20 ج) وبمانشستر بانجلترا (مكتبة John Ryland، مخطوط 419). وقد استعنت مؤخرا بهذا النص في نسختيه في تحقيق وضبط المقالة الأولى من الترجمة العربية التي أنجزها قسطا ابن لوقا لميكانيكا هيرون الإسكندراني، وتبين لي حينها أن نص الإسفزاري يتألف من مجموعة مقتطفات من المقالتين الأولى والثانية من ترجمة قسطا ابن لوقا لكتاب هيرون الشهي متبوعة بتعاليق وشروح الإسفزاري.

ويحدد الإسفزاري غرضه من تأليف هذا الكتاب قائلا :

«فإنا قد جمعنا في هذا الكتاب ما تأدى إلينا من كتب القدماء المصنفة في أنواع الحيل ومن أتى بعدهم، مثل كتاب فيلون صاحب الحيل ومثل كتاب إيرن المجانيقي في أنواع الحيل التي بها ترتفع الأشياء الثقيلة بالقوة اليسيرة، ومثل أبلونيوس في أنواع البكرات النافعة في حركات الدواليب والأرحية وآلات العصارين، وجمعنا معها التدابير التي تتهيأ بها الحركة الدورية وارتفاع

(26) وبسبب ذلك تقدم نشرة الخازني لأعمال الإسفزاري خدمة لا تضاهي لمحقق رسالة الإرشاد، حيث أنها توفر له مصدرا إضافيا موثوقا به يغني ما يرد في المخطوط الأصلي ويكمله أحيانا. وقد استفدت إستفادة كبيرة من هذه الخدمة الثمينة عند قيامي بتحقيق رسالة الإسفزاري.

المياه من الآبار من غير إشتغال حيوان يوكل بها ويسلط عليها. وابتدأنا أولا بحكايات صور الحيل التي عملها الإخوان الذين هم محمد وأحمد والحسن بنو موسى بن شاكر المنجم رحمه الله، حكيناها بأوجز العبارة وأدخل الصور على مقصودهم والبرهان وبعد أن وجدناها في غاية الإختلاف من جهة تقصير الناسخين في تصوير أشكالها والتصحيفات الواقعة في الحروف الدالة على مقصودهم وتكلفنا تسهيل ما قصدوه وتصوير ما أتو به على ما رتبوه من غير نقصان يقع في عدد تلك الحيل وأشرنا إلى علل تلك الأسباب في بعض المواضع» (مخ. مانشستر، ورقة 94 ب ؛ مخ. حيدرآباد، ص. 1).

يحدد صدر الرسالة موضوع الكتاب، ويعرف في نفس الوقت موضوع علم الحيل وجر الأثقال (الميكانيكا) كما تناوله علماء إغريق ومسلمون منذ هيرون وبابوس الإسكندرانيان ووصولا إلى بني موسى والجزري[27]. ويعتبر نص الحيل في جر الأثقال للإسفزاري جزءا لا يتجزأ من التقليد الميكانيكي العربي ومصدراً هاماً للتقليد النصي العربي لكتب هيرون وفيلون وبني موسى، كما يوفر إمكانية لا مثيل لها للاطلاع على رسالة أبلونيوس في البكرات التي لا تعرف إلا في نشرة الإسفزاري هذه.

في ميدان الرياضيات، وصلنا من مؤلفات الإسفزاري كتاب في الهندسة عبارة عن تلخيص لكتاب الأصول لأقليدس توجد بعض أجزائه في المكتبة الوطنية بباريس. وقد ورد ذكر هذا الكتاب في سجل المخطوطات العربية المحفوظة في المكتبة الباريسية كما يلي : «المقالة الرابعة عشر من إختصار الإمام المظفر الإسفرالدي» (كذا) وهو بدون شك جزء من تلخيص الأصول المنسوب للإسفزاري[28]. كما ترك الإسفزاري رسالة في المساحة ذكرها ماكس كراوس في جرده لبعض المخطوطات العلمية العربية المحفوظة بإسطنبول تحت عنوان **مقدمة في المساحة** من إملاء الإمام المظفر الإسفزاري (Krause 1936, p. 483، وطوقان ص. 358)، ومصنفا حول أعداد الوفق المعروفة بـ «المربعات السحرية»[29].

(27) توجد جميع الإحالات إلى أعمال هيرون وبابوس وبني موسى الميكانيكية في Abattouy 1997a.

(28) انظـــــــر De Slane 1883-1895، ص. 434، مخ. 4/2458 و1838 Sédillot، صص. 146–148.

(29) ذكر ج. سيزيانو في عرض قدمه أمام المؤتمر الثاني الخاص بـ«العلم في العالم الإيراني» والذي =

يشير البيهقي إلى أن الخيام كان أبرع من الإسفزاري في الرياضيات، وهذا بالفعل ما يمكن للباحث أن يستنتجه من مقارنة ما وصلنا من إنتاجات الرجلين الرياضية. فرغم أن البيهقي يومىء إلى كثرة تصانيف الإسفزاري في الرياضيات، فإن ما بقي منها لا يرقى إلى ما تركه الرياضي الشاعر بحال من الأحوال. فتصانيف الإسفزاري المعروفة في الرياضيات، والمتمثلة في تلخيصه لأصول أقليدس ورسالتيه في المساحة وأعداد الوفق لا يمكن مقارنتها بأعمال الخيام الجبرية (مسائل الحسابية والجبرية[30]) والهندسية (تعاليقه على نظريتي التوازي والنسبة[31]).

من ناحية أخرى، اهتم الإسفزاري أيضا بالآثار العلوية وصنف في هذا الموضوع، كما قال البيهقي. وقد وصلنا من مصنفاته في هذا الباب كتاب واحد بالفارسية يحمل عنوان **رساله آثار علوي أثر فاضل كامل حكيم معظم وفيلسوف مكرم خواجه أبو حاتم مظفر بن اسماعيل اسفزاري**، نشره محمد تقي مدرس رضوي (الإسفزاري [1977])، اعتمادا على مخطوطات إيرانية. ولا أعرف بعد هل كتبت الرسالة أصلا بالفارسية أم ترجمت إليها لاحقا[32].

2. رسالة الإرشاد : دراسة وصفية وتحليلية

2.أ. وصف الرسالة وذكر محتوياتها

توجد رسالة إرشاد ذوي العرفان إلى صناعة القفان محفوظة في نسخة واحدة بدمشق بالمكتبة الوطنية السورية ضمن المجموع 4460 الذي يحتوي على نصين مختلفين، وهما بالترتيب رسالة في إثبات واجب الوجود لمحمد ابن أسعد الدواني الصديقي ورسالة الإسفزاري حول القفان. موضوع الرسالة الأولى هو جرد «براهين إثبات الواجب جل ذكره» وكتبت بخط مخالف للذي كتبت به رسالة الإسفزاري. ويتكون هذا المجموع من 24 ورقة تحتل منها رسالة الإرشاد الورقات

= عقد بجامعة طهران بين 7 و9 يونيو 1998، أن المظفر الإسفزاري ألف أحد أقدم المؤلفات العربية في «أعداد الوفق» أو المربعات السحرية : انظر Sesiano 1998.

(30) انظر جبار وراشد 1981.

(31) انظر صبره 1961.

(32) قبل الإسفزاري، كتب ابن سينا مؤلفاته بالعربية والفارسية، غير أنه من المحتمل أيضا أن يكون الإسفزاري قد وضع كتابه أصلا بالعربية وترجم لاحقا إلى الفارسية.

الثمانية الأخيرة، من الورقة 16 وجه إلى الورقة 23 ظهر. وتحمل كل صفحة 19 سطرا، ويوجد في بعضها رسوم مصاحبة للبراهين الهندسية كما نجد في هوامش بعض الصفحات تصحيحات قليلة العدد، وهي خالية من إسم الناسخ وتاريخ النسخ. وكتبت رسالة الإرشاد برمتها بخط نسخي منسق أسود مألوف، وتتخلل البراهين والأشكال الهندسية بعض الحروف الملونة. والرسالة تبدو على العموم في حالة حفظ جيدة غير أن ثلاث من صفحاتها تبدو في المايكروفيلم غير مقروءة تقريبا. ولا أعلم هل يعود سبب هذا المشكل إلى ظروف إنجاز المصغر الفيلمي ووسائل التصوير المستخدمة في ذلك أم إلى تآكل المخطوط وإسوداد بعض صفحاته. غير أنني تمكنت من الكشف عن محتويات هذه الصفحات مستعينا تارة بكتاب **ميزان الحكمة** للخازني وتارة أخرى بوسائل المعالجة الإلكترونية التي توفرها القارئات الحديثة للمايكروفيلمات وأجهزة التصوير بالسكانير.

بعد المقدمة، تنقسم فقرات الرسالة إلى فصول لا تحمل عناوين لكنها معينة بكلمة «فصل» التي تتكرر أربع مرات بينما تحمل فقرتان عنواني «مقدمة» و«مقدمة أخرى». عنوان الرسالة الكامل هو التالي : «إرشاد ذوي العرفان إلى صناعة القفان تأليف حكيم زمانه وفيلسوف أوانه أبو حاتم المظفر بن إسماعيل الإسفزاري لخدمة المولى الجليل أبو سعيد محمد بن منصور» (ورقة 16أ). ويتكرر ذكر إسم محمد بن منصور في فقرة الإهداء في الصفحة الموالية.

ونقرأ في الركن السفلي الأيسر للصفحة الأولى من الرسالة الملاحظة الآتية والتي يبدو أنها من وضع الناسخ : «الحمد لله، وجدت في كتاب الفهرست لأبي الفرج عند ذكر بني موسى بن شاكر أنهم ألفو كتابا في القرسطون» (ورقة 16أ). وتشير هذه الملاحظة كما هو واضح إلى كتاب بني موسى المذكور في المصادر التاريخية، مثل فهرسبت أبو الفرج محمد ابن النديم[33] حول ميزان القرسطون اللامتساوي الأذرع والذي لم يعثر له بعد على أثر.

تتألف الرسالة من مقدمة منهجية عامة تتلوها خمسة فصول خصص كل واحد منها لمناقشة مسألة معينة تتعلق بقضايا وخصائص الميزان القباني الفيزيائية والرياضية، وتتم معالجة هذه القضايا عن طريق الإستدلال الهندسي والتمثيل

(33) انظر Ibn al-Nadim 1871-1872، ص. 271.

التجريبي. ولا تحمل نسخة رسالة الإرشاد الدمشقية خاتمة، حيث تتوقف فجأة في نهاية برهان هندسي، وتنقصها العبارات المستعملة عادة في الختم، ومن المرجح أن لا يكون سقوطها يعود إلى تخلف الناسخ عن إثباتها، بل يرجح أن يكون مرجع ذلك إلى أن هذه النسخة الوحيدة غير مكتملة. ويتعزز هذا الإفتراض إذا أضفنا أن جزءا هاما في النص الذي نشره الخازني في المقالة الثانية من كتاب ميزان الحكمة وينسبه إلى الإسفزاري لا وجود له في الرسالة. ومن مقارنة محتويات نص الإرشاد كما وصل إلينا مع نشرة الخازني، يتبين أن نص الرسالة كما هو متوفر لنا اليوم غير مكتمل. فالمسائل الأربعة الأخيرة التي يختم بها الخازني نشرته للقسم النظري من عمل الإسفزاري لا نعثر إلا على مسألة واحدة منها في نهاية رسالة الإرشاد، كما سأبين. أما المقاطع الطويلة المتعلقة بالمناحي العملية لصناعة الميزان القباني والعمل به والتي يوردها الخازني في نفس المقالة الثانية من كتابه، فلا نجد لها أثرا في ما وصلنا من رسالة الإرشاد ولا في ما هو معروف من أعمال الإسفزاري(34).

وإذا اعتمدنا نشرة الخازني كدليل على آثار الإسفزاري في ميدان نظرية الميزان القباني والعمل به، نجد هذه الآثار مؤلفة من قسمين متباينين ومتكاملين :

أ) قسم يضع أسس نظرية الميزان في صورة مسائل رياضية مبرهن عليها هندسيا وتطرح مسائل مركز الثقل وقانون المحل ومختلف حالات التوازن ؛

ب) وجزء يعرض المعطيات العملية والتطبيقية المتعلقة بوصف الميزان القباني وتركيبه واستخدامه(35).

وتتطابق محتويات رسالة الإرشاد في النسخة الوحيدة التي وصلتنا تطابقا شبه تام مع مكونات القسم الأول ولا تنقصها إلا ثلاث مسائل يورد الخازني صيغها العامة في آخر نشرته بإقتضاب حسب عادته.

(34) من المحتمل أن يكون الخازني قد اقتطفها من مؤلف آخر للإسفزاري لم يذكر في المصادر التاريخية ولم يعثر عليه بعد، ربما كان موضوعه بالضبط هو وصف القبان وتركيبه ووضع الرقوم عليه والوزن به وتحويله من وزن إلى آخر. لكن من المعقول أيضا الإفتراض بأن هذه المواد كانت جزءا من رسالة الإرشاد نفسها ولم ترد في نسخة الرسالة كما يقدمها مخطوط دمشق.

(35) بسبب طول المقالة، لن نعرض لهذا القسم. للإطلاع عليه، يمكن الرجوع الى المقالة 2 للخازني : من الباب 2 ـــ الفصل 5 إلى الباب الرابع ـــ الفصل 6 (الخازني 1940، صص. 46-54).

لم يسبق لرسالة إرشاد ذوي العرفان إلى صناعة القفان للإسفزاري كما يعرضها مخطوط دمشق أن درست، ولم تعرف قط تحقيقا ولا ترجمة إلى أية لغة أخرى، ويتمتع هذ النص بأهمية بالغة ضمن مكونات التقليد العربي في علم الميزان، حيث أنه في هذه الرسالة تتلاقى وتتشابك عدة مؤثرات تجد منطلقها في مجموعة من نصوص علم الميزان حتى عصر الإسفزاري، وعلى رأسها بالخصوص مقالة في الميزان المنسوبة إلى أقليدس(36) وكتاب في القرسطون لثابت بن قرة(37).

ويمكن إستعراض محتويات الرسالة بصورة مركزة كما يلي : الإهداء متبوعا بملاحظات تاريخية ومنهجية، ثم عرض لمبادىء عامة حول مراكز الأثقال وقانون المحل تتميز بجدة في التناول وأصالة في المعالجة، متبوعا بتلخيص للإستدلال الذي صاغه ثابت بن قرة لقانون المحل، وأخيرا عرض مطول لمسائل مقالة في الميزان وكتاب في القرسطون. وتتخلل الرسالة مناقشات متنوعة، فلسفية وغيرها، ووصف تجارب وتقديم أمثلة، إلا أنه يغلب عليها طابع المعالجة الهندسية للمسائل المدروسة. وتبدو بنية الرسالة، على العموم، منظمة ومركزة، وخالية من الحشو ومن كل نقاش خارج عن الموضوع، مما يؤشر على مستوى رفيع في التأليف العلمي.

2.ب. دراسة تحليلية

بعد الإهداء، حدد الإسفزاري موضوع رسالته بالقول : «... رأيت العلوم مبنية على البراهين الهندسية ومستنبطة عن العلل الطبيعية، وقد نسيت من يعرف مراكز الأثقال الذي هو أجل أقسام العلوم الرياضية وأشرفها وهو معرفة أوزان

---

(36) هذه المقالة القصيرة حول نظرية الميزان توجد في صيغتها العربية فقط ؛ نشر Woepcke في 1851 إحدى نسخها (صص. 220–225)، وقد قمت مؤخرا بتحقيقها تحقيقا نقديا بالإعتماد على النسخ الثلاث المعروفة : للمزيد من المعلومات حول هذا النص، انظر Abattouy 1999[c].

(37) كتاب ثابت بن قرة في القرسطون هو أهم مؤلف عربي حول نظرية الميزان القباني، نشر جاويش نصه سنة 1976 إعتمادا على نسخة مخطوطة واحدة، وحققته مؤخرا بالإعتماد على كل النسخ المعروفة، وسينشر هذا التحقيق قريبا ضمن Abattouy & Weinig (forthcoming) إلى جانب عدد آخر من النصوص العربية في علم الميزان. للمزيد من المعطيات، انظر Abattouy 1997[a]، صص. 47–58 وAbattouy 1997[b].

الأثقال المختلفة المقادير بتفاوت أبعاد ما يقاومها» (ورقة 16ب). ويضيف قائلا أنه رغم قدم صناعة القفان فإن الحكماء قد أعرضوا عن الخوض فيها، فإرتأى أن يتفرغ للبحث في هذا الفن معتمدا على ما استفاده من أعمال سابقيه من العلماء الإغريق والمسلمين، «مضموما إلى ما سنح لي الخاطر به وأدى البرهان بالتحليل عليه». ويمكن أن نستشف من ملاحظة الإسفزاري حول قلة الإهتمام بموضوع مراكز الأثقال إشارة إلى قلة الكتابات حول هذا الموضوع في التقليد العلمي العربي. فحسب ما نعرفه اليوم حول هذا الموضوع، لم ينقل إلى الثقافة العربية الكلاسيكية إلا جزء يسير من المتن الميكانيكي الأرشميدي، ولا يعرف شيء عن الترجمة العربية المحتملة لكتاب إستواء البسائط (Equilibrium of Planes). لقد ألف أبو سهل الكوهي (حوالي 950-1000) والحسن ابن الهيثم (توفي حوالي 1040) رسائل حول مراكز الأثقال[38]، لكن لم يعثر بعد على كتاباتهما. وبغض النظر عن ما إذا كان الإسفزاري قد أطلع على ما كتباه أم لا، فإن مقاربته للموضوع تنحو منحى مختلفا، وهذا ما يمكن استخلاصه من مقارنة أولية بين محتويات رسالته وما نشره الخازني من أعمال الكوهي وابن الهيثم[39].

وفي سياق المعطيات العامة التي يفتتح بها الإسفزاري رسالته يورد بعض المقدمات المنهجية التي تفيد أن كل صناعة تنبني على مبادئ ومصادرات يمكن تصنيفها إلى ثلاث فئات : إما أن تكون ذات مصدر فطري حاصلة من أول الولادة والنشوء، أو تكون مبرهنة في علوم أخرى أو تكون مستفادة عن التجربة والمزاولة. وتقتضي دراسة نظرية الميزان الجمع بين هذه المبادئ كلها باعتبارها «صناعة هندسية وصناعة طبيعية» تتداخل فيها مقولتا «لم» و«كيف» (ورقة 17أ). ومن الواضح أن مصدر هذه الخطاطة الإبيستيمولوجية هو كتاب المسائل الحيلية المنسوب إلى أرسطو، والذي ترجمت على الأقل بعض أجزائه إلى العربية وأوردها الخازني في المقالة الخامسة من كتاب ميزان الحكمة[40].

---

(38) يذكر شمس الدين ابن الأكفاني كتاب الكوهي في مراكز الأثقال، Ibn al-Akfani ص. 409) بينما يشير ابن أبي أصيبعة (1965، ص. 559) إلى مقالة في مراكز الأثقال لابن الهيثم.

(39) الخازني 1940، كتاب **ميزان الحكمة**، المقالة الأولى، صص. 16-20.

(40) نقرأ بهذا الصدد في النسخة العربية المختصرة لكتاب **المسائل الحيلية** : «المسائل الحيلية مشتركة =

بعد ذلك، يعرض المؤلف ست مبادئ عامة حول مراكز الأثقال وحركات الأجسام :

أ) كل جرم ثقيل يقصد نقطة واحدة من العالم وهي مركز الكل ما لم يمنعه مانع فيعتاق به ويندغم عليه.
ب) ثم إن ذلك الجرم إذا بلغ مركز الكل يستقر فيه مماسا له بنقطة واحدة.
ت) فلو زاحمه جرم آخر ثقيل لحصل بينهما تمانع وتدافع لا يتوقف.
ث) وإذا أضيف هذان الثقلان الواحد إلى الآخر صارا جميعا بمثابة جرم واحد ذو مركز مشترك يستقر في مركز الكل ويستولي عليه.
ج) وعند إجتماع الجرمين يتنحى مركزاهما عن المركز المشترك فيبعدان عنه وتكون نسبة أحد البعدين إلى الآخر مثل النسبة المعكوسة لأحد الثقلين إلى الآخر(41).
ح) وإستقرار الجرمين الثقيلين يتوقف على وجود هذه النسبة، لأن مركز كل واحد من الثقلين إنما يقصد مركز الكل بقدر قوته. فبقدر فضل قوة الأثقل على الأخف يكون بعد الأخف عن المركز الذي يقصدانه (ورقة 17ب).

قدم الإسفزاري هذه المبادئ كأوليات أو مصادرات موجهة لإفتتاح العملية الإستنباطية، لكنه صاغها كمبادئ عامة فقط. فهي لا ترقى إلى مستوى المعطيات الحدسية القابلة لأن يسلم بها بدون جدال، حيث أنها تتعلق بسلوكات الأجسام وخصائص حركاتها في ظروف معينة، ويقتضي قبولها أن يستدل عليها بصفة مستقلة. فهي لا تنص على أي تعريف محدد لمفهوم مركز الثقل، كما أن «المبدأ 5» يتضمن قانون المحل الذي يمثل قضية عامة تستدعي البرهنة، بينما يترتب «المبدأ 6» عن قانون المحل، وينص على شروط التوازن في أحوال خاصة.

يمكن اعتبار مبادئ الإسفزاري هذه كتقريرات شبه إمبيريقية عن مراكز الأثقال

= للعلوم الرياضية والطبيعية معا، وذلك أن الكيف فيها هو من العلوم الرياضية، وأما في ماذا فمن العلوم الطبيعية» (الخازني 1940، ص. 99) حول هذا الكتاب المشائي في التراث الميكانيكي العربي، أنظر Abattouy 1997[a]. صص. 10–11 وAbattouy 1999[b].

(41) للتعبير عن علاقة التناسب المعكوس التي ينص عليها قانون المحل، يستخدم الإسفزاري العبارة المعتمدة في التقليد الميكانيكي العربي قائلا : «نسبة أحد البعدين إلى الآخر مثل نسبة أحد الثقلين إلى الآخر بالتكافؤ». ويبدو أن ثابت بن قرة هو مبدع هذه العبارة، التي تبناها بعده كل من ألف بالعربية في ميدان الميكانيكا : انظر حول هذه النقطة Abattouy 1999[b].

وحركات الأجسام ولا يمكن قبولها كمعطيات أولية ولا كمكونات لبنية إستدلالية. وتكمن أهميتها في النموذج العام الذي ترسمه لحركة الأجسام. فالأجسام تسقط إلى الأسفل، قاصدة مركز العالم الذي تسعى للتوحد معه بمراكز أثقالها وتتموقع حوله حسب ما ينص عليه قانون المحل : نسبة البعد إلى البعد هي عكس نسبة الثقلان إلى بعضهما، ويكون هذا التموقع شرط لحصول الإستقرار(42). ويتدرج المنحى العام الذي تؤشر عليه هذه المبادئ من مفهوم مركز الثقل إلى الصيغة العامة لقانون المحل، في إطار مقاربة تجمع بين الصورة الكوسمولوجية التقليدية ومعطيات الستاتيكا الأرشميدية.

ولتوضيح مسعاه يقدم الإسفزاري «مثالا محسوسا» يعالجه معالجة هندسية وتجريبية يطبعها بعض التطويل وتتضمن نموذجين لمركز الثقل مطبقا في حالة معينة تخص مركز للعالم : نموذج الطاس الكروي ونموذج البندول. يبدأ الإسفزاري هذه المعالجة بمثال يصف نصف كرة مستوية على هيأة طاس يدحرج فيه جرمين مدورين إما معا وإما متسابقين، فيبادر كل منهما بمركزه إلى مركز ثقل الطاس إذا كان لا يواجه أية مقاومة، وإبتعاده عن هذه النقطة إذا كان مزاحما بجسم آخر.

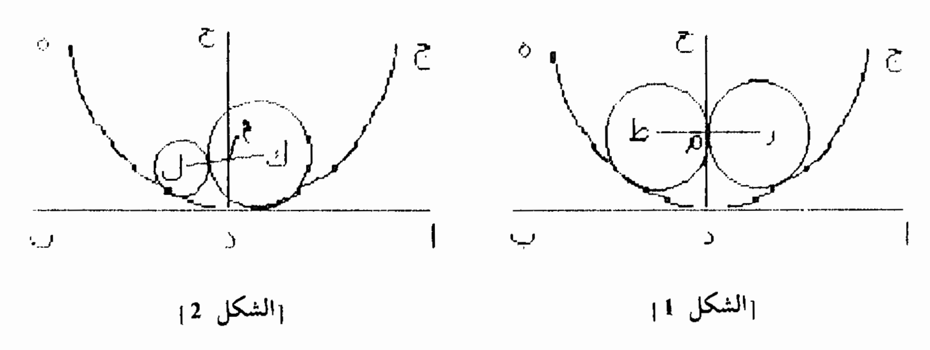
فكل جرم ثقيل رمي به في الطاس يستقر عند نقطة د [الشكل 1] ويكون مماسا لها بنقطة واحدة من سطحه بينما يتمحور مركز ثقله على طول خط د ح. أما ذا دحرج في صحن ج د ه ثقلان متساوييان مثل ثقلي ر ط فكل واحد منهما يقصد خط د ح ويدفع مركز صاحبه عنه، وتقسم نقطة م التي عليها تماس الثقلين الخط الواصل بين مركزيهما بقسمين تكون نسبة أحدهما إلى الآخر كعكس نسبة أحد الجرمين إلى الآخر. ويبدو ذلك بوضوح أكثر عندما يكون الجرمان الثقيلان مختلفان مثل ثقلي ك و ل، وليكن ثقل ك أعظمهما [الشكل 2]. فإذا دحرجا في الطاس، تكون نسبة ل م (الذي هو بعد مركز ثقل ل عن مركز مجموع الثقلين) إلى خط ك م (الذي هو بعد مركز ك عن نفس المركز المشترك) كنسبة جرم ك إلى جرم ل :

---

(42) تبدأ رسالة الإسفزاري في الآثار العلوية بتعريف «الثقيل» و«الخفيف» بطريقة مشابهة للمبادئ العامة المذكورة أعلاه. فالثقيل هو ما يقصد المركز والخفيف هو ما يبتعد عنه : انظر الإسفزاري [1977]، ص. 6.

ل م / ك م = ك / ل

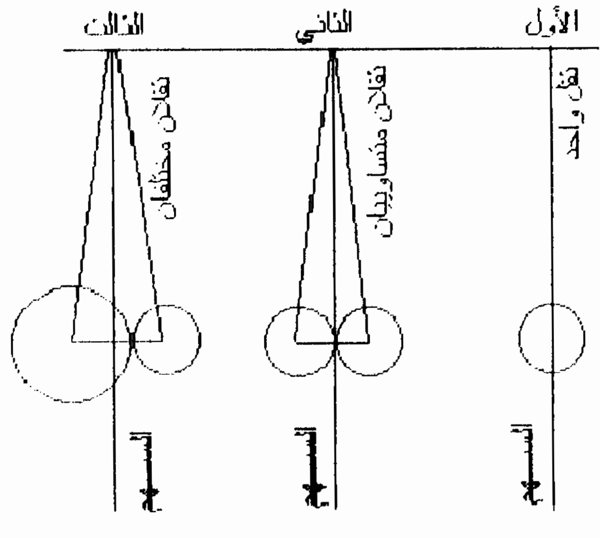
وهذه هي النسبة المعكوسة (أو المتكافئة) التي ينص عليها قانون المحل (ورقة 18 ـ 19أ).



[الشكل 1]

[الشكل 2]

ويردف الإسفزاري المعالجة السابقة بمثال آخر يستخدم فيه نموذج البندول. نفرض نقطة في الهواء ونخرج إليها خطا متعامدا مع سطح الأفق، فكل جرم ثقيل خلي عند النقطة المعينة يتحرك نازلا على ذلك الخط، وكل جرم تعلق من تلك النقطة يستقر إذا وقع مركز ثقله على نفس الخط، وإلا كان دائم الحركة لا يستقر في مكان. فإذا مراكز الأثقال المعلقة من النقطة المفروضة توجد دوما على ذلك الخط ما لم يمنعها مانع، ويكون بعد كل واحد منها عن النقطة بمقدار نصف قطر الجرم الثقيل إذا جمع مع خط العلاقة.



[الشكل 3]

فإذا علقنا من النقطة ثقلين متساويين [الشكل 3]، يدفع مركز كل منهما مركز صاحبه بمقدار قوته ويتزاحمان، فيتماسان ويستقران على الخط الذي تصير إحدى نقاطه مركزا لمجموع الثقلين، فيبعد مركز الثقلين عن مركز المجموع ببعدين يناسب أحدهما الآخر نسبة أحد الثقلين إلى الآخر بالتكافؤ. ولما فرض الثقلان متساويين، يكون البعدان عن الخط متساويين. وإن كان الجرمين مختلفين، فكل واحد منهما يزاحم صاحبه ويمنعه عن إستقرار مركزه، فيحصل لمجموعهما مركز ويستقر على العمود، «وتكون نسبة بعد مركز الأخف منهما إلى بعد مركز الأثقل كنسبة جرم الأعظم إلى جرم الأخف، وهذه هي النسبة المتكافئة» (ورقة 19أ-19ب)(43).

ويختتم الإسفزاري هذا العرض الأول لسلسلة أمثلته حول قانون المحل بملاحظة تدل على تقديره لأهمية العلاقة الهندسية التي ينص عليها هذا القانون في دراسة الميزان القباني وإستخدامه :

«وإنما أطلنا القول في بيان هذه المقدمة وكثرنا الأمثلة عليها لأنها كالأصل والقاعدة لجميع ما نرمي الشروع فيه وكل ما نتعاطاه بعدها من أمر القفان والأوصاف المختصة به والنافعة له إما هو عين هذه الحكمة وإما مستنبط عنها ومبني عليها» (ورقة 19ب).

في بداية الفصل الثاني من رسالة الإرشاد، يستدل الإسفزاري على نسبة «التكافؤ» التي ينص عليها قانون المحل بإستحضار برهان ثابت بن قرة في كتاب في القرسطون والذي أقامه على الحركة، متوخيا التدليل ديناميكيا على هذا القانون الهام(44) :

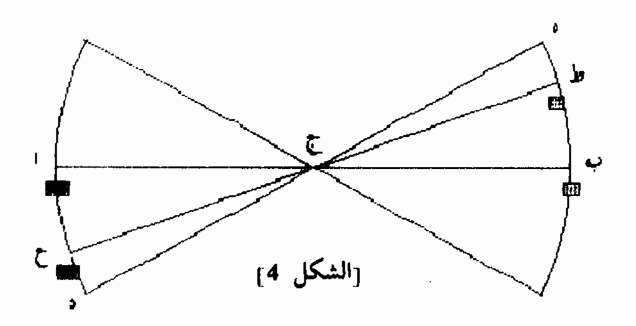
«إذا علق عمود ما بنقطة هي وسط العمود ووضع على بعدين متساويين من المعلاق ثقلان متساويان فإن العمود يوازي الأفق. وإن كان الثقلان المتساويان البعد عن المعلاق مختلفين، فيرجحن الثقل الأعظم ويقرب من سطح الأفق ويبعد الثقل الأصغر بذلك المقدار عن سطح الأفق قسرا، ويحدث عن حركتهما قطاعان» (ورقة 19ب).

إتبع الإسفزاري في البرهنة على هذه المسألة نفس طريقة ثابت بن قرة، ففصل

(43) حول هذين المثالين، انظر أيضا الخازني 1940، صص. 40-41.

(44) Jaouiche 1976، صص. 148-149. حول برهان ثابت المتعلق بقانون المحل، انظر Abattouy 1999[b].

بين الحالة التي يكون فيها العمود معلقا من وسطه والحالة التي يكون فيها معلقا من نقطة أخرى. ففي الحالة الأولى، نفرض خط أ ب عمودا معلقا بنقطة وسطه ج ونعلق ثقلين متساويين على طرفي العمود أ ب، فيكون خط أ ب في حالة توازن [الشكل 4]. أما إن كان الثقلان غير متساويين، وليكن أ أعظمهما، فإن أ سيرجحن ويتحرك على مقدار ما من قوس أ د على حسب فضل ثقله على ثقل ب، بينما سيرتفع ثقل ب على قوس ب ه مقسورا بذلك المقدار بعينه. وعلى إثر هذا الإنحراف، سيصير الخط ممتدا حسب ه ج د. فزاويتا أ ح ج، ط ب ج متسامتتان، وهما حادثتان عن تقاطع خطين مستقيمين، فهما متساويتين ؛ وبالتالي فقوس أ ح، التي قطعها ثقل أ بالحركة الطبيعية، وقوس ب ط، التي قطعها ثقل ب بالحركة القسرية، متساويتان (ورقة 20 أ)(45).



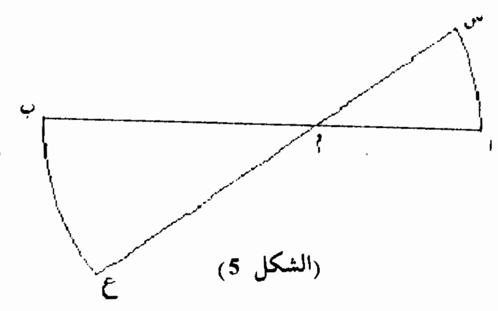
[الشكل 4]

أما في الحالة الثانية، عندما يكون العمود معلق من غير وسطه والثقلان المعلقين من طرفيه متساويين، ولتكن نقطة التعليق هي م [الشكل 5]، فإن ثقل ب سيتثاقل إلى الأرض نازلا عل قوس ب ع ويرفع ثقل أ قسرا إلى الأعلى على قوس أ س، وتحدث هذه الحركة المزدوجة قطاعان شبيهان. وذلك لأن عمود أ ب إذا إنحرف عن موازاة الأفق وهو معلق بنقطة م، يصير ممتدا حسب خط س ع. وتكون زاويتا س م أ، م ع ب متساويتين، فيكون قوس أ س من جملة دائرتهما مثلما أن قوس ب ع يكون أيضا من جملة دائرتهما. ولكن الدائرتان مختلفتان، لأن قسم م ب الأطول هو نصف قطر أحدهما وقسم أ م الأقصر هو نصف قطر الأخرى، فيكون قوس ب ع أعظم من قوس أ س. ويمكن أن يعود خط أ ب إلى موازاة

(45) القسم الذي يتضمن هذا البرهان في المخطوط الدمشقي لرسالة «الإرشاد» يشوبه إضطراب، وقد صححته وأضفت إليه الشكلين الثالث والرابع اللذان لا يوجدان في المخطوط.

سطح الأفق، وذلك بالزيادة في ثقل أ زيادة تكون نسبة ثقل أ مع تلك الزيادة إلى ثقل ب كنسبة قوس ب ع إلى قوس أ س. فيكون فضل قوس ب ع على أ س موجبا لإرجحنان ثقل ب، وفضل ثقل أ مع الزيادة على ثقل ب موجبا لإرجحنان ثقل أ:

«فحصل معنا معنيان متباينان كل واحد منهما موجب للإرجحنان وهما الثقل والبعد. ففضل أحدهما على الآخر في الثقل كفضل ذلك الآخر عليه في البعد. فأوجبت المساواة بينهما المقاومة وأن يستوي العمود موازيا للأفق، فيبقى خط أ ب موازيا للأفق ونسبة قوس ب ع إلى قوس أ س كنسبة خط ب م إل خط م أ كما بين ذلك أقليدس في كتابه[46]. فتكون نسبة ثقل أ مع الزيادة إلى ثقل ب كنسبة خط ب م إلى م أ وهذه هي النسبة المتكافئة. فحصول موازاة العمود مع سطح الأفق موقوف أيضا على وجود النسبة المتكافئة بين قسمي العمود والثقلين المعلقين من طرفيه» (ورقة 20 ب).



(الشكل 5)

نهج الإسفزاري في تناوله الديناميكي لقانون المُحل نهج البرهان الموجود في كتاب في القرسطون، حيث إستدل ثابت بن قرة على قضيته الثالثة[47] آخذا بعين الإعتبار حركة ذراعي الميزان ورسمهما لقطاعين متشابهين، مبينا أن عمودا معلقا من نقطة ليست في وسطه إذا جعل في طرفيه «ثقلان متناسبان بقسميه متكافئان لهما»، يكون على موازاة الأفق. وقد إعتمد ثابت في برهنته على هذه القضية على مسألة هندسية هامة أعطاها لنفسه تثبت تشابه القطاعات[48].

(46) الإشارة إلى أقليدس هي بدون شك إلى مقالة في الميزان المنسوبة إليه، لكن لا وجود في نص المقالة كما هو متوافر اليوم لأي برهان على قانون المحل يستخدم قطوع الدوائر. من المحتمل أن يكون الإسفزاري أشار سهوا إلى أقليدس بينما كان يعني ثابت بن قرة.

(47) أتبع في ترقيم مسائل كتاب في القرسطون الترتيب الذي وضعته عند تحقيقي للنص.

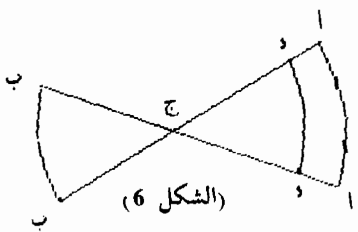
(48) [القضية 2]: «كل خط مستقيم يقسم قسمين مختلفين فثبتت منه النقطة القاسمة وتحرك الخط -

ولا تعدو معالجة الإسفزاري الديناميكية لقانون المحل كما عرضناها أعلاه عن أن تكون شرحا لبرهان ثابت وإختصارا له، لكن دون الإعتماد علانية على القضية الهندسية التي تبين تشابه القطاعات ومع إغفال الإشارة إلى الأزمنة التي تتم فيها حركة ذراعي الميزان على القوسين(49). من جهة أخرى، تجاهل صاحبنا ما ذكره ثابت في ختام برهانه على أن قانون المحل لا يصح إلا إذا اعتبر العمود بمثابة خط لا ثقل له(50). لكن بما أن هذا المقطع من كتاب ثابت ورد في نسختين فقط من نسخ كتاب في القرسطون الثلاثة المعروفة اليوم، من المحتمل أن يكون الإسفزاري لم يطلع عليه.

بقي أن نشير هنا إلى أهمية التقارب الذي أقامه الإسفزاري في الفقرة السابقة بين الثقل والبعد أو المسافة ودورهما معا في إحداث إرجحنان الثقل، مقتربا من مفهوم «العزم» أو «الزخم» (Moment)، الذي هو أحد أهم مفاهيم الفيزياء الحديثة(51).

= بأسره حركة لا يعود بها إلى موضعه فإنه يحدث قطاعين متشابهين من دائرتين نصف قطر أحداهما القسم الأصول من قسمي الخط ونصف قطر الأخرى القسم الأقصر» (مقتطف من النص الذي حققته والذي يختلف عن ما ورد في Jaouiche 1976، ص. 146).

(49) يبرهن ثابت على أن ب ب/اا = ب ج/ج ا [الشكل 6]، مع الإشارة مرتين إلى أن القوسين ب ب و ا ا يقطعان في زمان واحد رغم أنهما مختلفان:



(الشكل 6)

(50) وإنما يصح ويصدق هذا القول بأن يشترط فيه فيقال على أننا نتوهم العمود خطا مستقيما أو على أن يتخذ عمود نستعمله إستعمالا لا ثقل له معه ويكون مستويا، فعلى هذه الشروط يجري كلامنا فيما نقوله ههنا. فأما إن كان العمود ذا ثقل وقسم بقسمين مختلفين، زيد في تغليظ قسمه الأقصر زيادة تفي بأن يوازي بالعمود الأفق، ثم يكون السبيل في الأثقال المعلقة بأطرافه الحافظة لموازاة الأفق السبيل الذي ذكرنا في الخط الذي لا ثقل له» (مقتطف من النص الذي حققته والذي يختلف عن ما ورد في Jaouiche 1976، ص. 150).

(51) جاليلو هو الذي جعل من momento و momentum مفهوما فيزيائيا، خلال مراجعته حوالي سنة 1600 لمؤلفه حول الميكانيكا Le Mecaniche واعتبره حاصل ضرب وزن الأجسام

بقية الرسالة سيخصصها الإسفزاري لمعالجة مسائل مقالة في الميزان وبعض أشكال كتاب في القرسطون. ففي الفصل الثالث يبرهن على مسألة قدمت كفرضية عامة مسلم بها في مقدمة المقالة المنسوبة إلى أقليدس وفي بداية كتاب ثابت. وقد إعتبر الإسفزاري هذه المسألة «من الأوائل المحسوسة التي تستعمل في هذه الصناعة وينتفع بمعرفتها» :

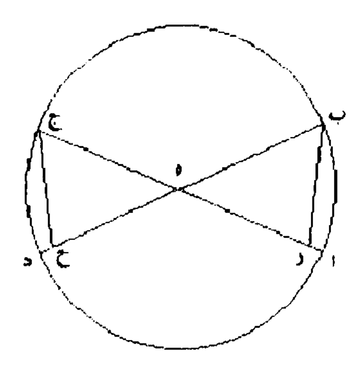
«كل عمود معلق بنقطة وعلى طرفيه ثقلان وقد بقي العمود موازيا للأفق، فإنه إن ترك أحد الثقلين على مكانه وأقيم من الطرف الآخر خط على زوايا قائمة وعلق الثقل الآخر من نقطة في ذلك الخط فإن العمود يبقى عند ذلك على موازاة الأفق» (ورقة 20 ب ـــ ورقة 21 أ)[52].

في برهنته، تناول الإسفزاري عكس القضية التي أعلنها، مبينا أن تعليق الأثقال من خطوط مقامة عل زوايا غير قائمة لا تحفظ العمود على موازاة الأفق. لنفرض دائرة أ ب ج د [الشكل 7] ومركزها نقطة ه، وليكن خط أ ه ج عمودا معلقا بنقطة ه. إذا كان الثقلان المعلقان من أ ومن ج متساويان، فإنهما يحفظان أ ج على موازاة الأفق. ولو نقل ثقل أ إلى نقطة ب، لصار بعد ثقل ب من نقطة المعلاق ه مساويا لبعد ثقل ج عنها. وفي تلك الحالة، ينحرف سطح أ ب ج د عن موازاة الأفق لأن قوة ثقل ب تكون على نقطة ر، على مسقط حجره من أ ج. إلا أن ه ج أطول من ه ر، فيجب أن يرجحن ثقل ج ويميل إلى الأرض. وكذلك لما كان مسقط حجر ثقل ج على نقطة ح من قطر ه د، وخط ب ه أطول من خط ه ح فإن ذلك يوجب إرجحنان ثقل ب (ورقة 21 أ)[53].

= المعلقة في بعدها عن نقطة التعليق، ثم عول عليه لاحقا كمفهوم مركزي في دراسة ظواهر الحركة وسقوط الأجسام : أنظر Galluzzi 1979 و1989 Abattouy، صص. 258-269.

(52) يضيف الإسفزاري ملاحظا : «ولهذا المعنى لا تختلف الأوزان من قبل طول خيوط إحدى الكفتين من الميزان وقصر الآخر عنه، وذلك لأن تفاوت الأثقال لا يكون على حسن أبعاد الأثقال أنفسها عن نقطة المعلاق بل على حسب أبعاد مساقط أحجارها عنها». ونجد نفس المعنى في نهاية الإوالية الثانية للمقالة المنسوبة إلى أقليدس.

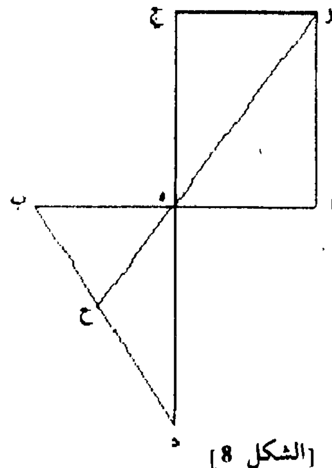
(53) نقرأ في كتاب ميزان الحكمة للخازني تعليقا على هذه القضية التي ترد في الفصل الثاني (في إستواء عمود الميزان عرضا) من الباب الثاني (من المقدمات في موازاة عمود الميزان سطح الأفق) كما يلي : «وذلك لأن ميل الثقل إلى جانبي العمود لا يزيد ولا ينقص من الثقل وإنما تقع القوة على خطي المحور فقط. ولهذا إذا أخرج هذا الخط على المعلاق وعلق الثقل على =



[الشكل 7]

وفي الخطوة الموالية في البرهنة بسط الإسفزاري الوضعية الهندسية ببناء شكل جديد يتقاطع فيه العمودين المتساويين أ ب، ج د على زوايا قائمة، فينقسم كل واحد منهما بقسمين متساويين عند نقطة التقاطع ه [الشكل 8]، ثم أخرج خطا أ ر و ج ر على سطح العمودين على زوايا قائمة :

«فإذا جعلت نقطة ه معلاقا ووضعت ثلاثة أثقال متساوية على نقط ب د ر فأقول أن تلك الأثقال تحفظ عمودي أ ب ج د على موازاة الأفق» (ورقة 21 ب).



[الشكل 8]

= نقطة منه فلا يؤثر ثقله في ميل العمود فوقا وسفلا أي طولا وإنما يؤثر عرضا فحسب، وتأتي عليه أوضاع من الميل إلى الجوانب طولا وعرضا وإستواء العمود على حاله» (الخازني 1940، ص. 42).

هذه هي القضية الأولى في مقالة في الميزان المنسوبة إلى أقليدس والتي يبرهن عليها الإسفزاري بطريقة مغايرة نسبيا. فيكمل أولا بناء الشكل بإخراج خطي ب د و ر ه، وينفذ هذا الأخير إلى ح على خط ب د، ثم يقرر أن خط أ ب المنقسم بنصفين إذا علق على موضع القسمة ووضع على طرفه في ب ثقل ما وأخرج من طرفه الآخر أ خط أ ر القائم ووضع على نقطة ر ثقل مساوي لثقل ب، فإن خط أ ب يبقى على موازاة الأفق. وعلى نفس المنوال، يقسم عمود ج د بنصفين على نقطة ه ويعلق منها ويجعل على طرفه د ثقلا ما ويخرج من طرفه الآخر ج خط ج ر على زوايا قائمة، فلو علق من نقطة ر ثقلا مساويا لثقل د فإن ج د يبقى أيضا على موازاة الأفق.

«فثقل ر وحده يقوم ثقلي ب د معا، وهذا غير منكر فإن قوة ثقلي ب د تكون على مسقط حجرهما من ر ج وهو نقطة ح فيكون عند نقطة ر ثقل ما وعند نقطة ح ثقلان كل واحد منهما مساوي لثقل، ر، وخط ر ه الذي هو بعد ر من المعلاق ضعف خط ه ح الذي هو بعد الثقلين الموضوعين عند نقطة ح عن المعلاق أيضا، ويجب عند ذلك موازاة العمود لسطح الأفق كما قد تبين» (ورقة 21 ب).

حسب البناء الإستنتاجي المعروض في مقالة في الميزان، فإن هذه القضية ضرورية للبرهنة على القضية الثانية الموالية، حيث أنها تسمح بتعويض ثقلين بثقل واحد لكن بأخذ ضعف المسافة من المعلاق، وهذا تطبيق للتقنية الأرشميدية المعروفة في إستخدام التعويض بين الأثقال والمسافات. وتبدأ هذه التقنية الأرشميدية في البروز هنا وتتعزز كلما تقدمنا في العملية الإستدلالية كما سأوضح.

إستخدم الإسفزاري في الإستدلالين السابقين مفهوم هام هو «قوة الثقل»، الذي سبق أن ورد في مقالة في الميزان، مبينا بذلك علاقة إضافية بين هذا النص المنسوب إلى أقليدس ورسالة الإرشاد. ويدل هذا المفهوم على قوة الحمل، قوة الشيء المحمول، أي التأثير الذي يحدثه حمل ما في الميزان. فالقوة لا تتوقف عل وزن الثقل فقط بل أيضا على موقعه في المنظومة الدينامية التي يشكل جزءا منها. ويحيل هذا على مفهوم القوة الذي نجده في كتاب في القرسطون منذ المصادرة الأولى[54]. وتتبين أهمية إستعمال هذه العبارة عند الإسفزاري إذا عرفنا أنه

(54) «كل مسافتين يقطعهما متحركان في زمانين متساويين فإن نسبة إحدى المسافتين إلى الأخرى =

ستصير للمفهوم الذي تدل عليه أهمية كبرى عندما سيستخدم جوردانوس (Jordanus Nemorarius) في القرن 13م مفهوم «الثقل حسب الموقع» (Gravitas secundum situm : positional weight)[55].

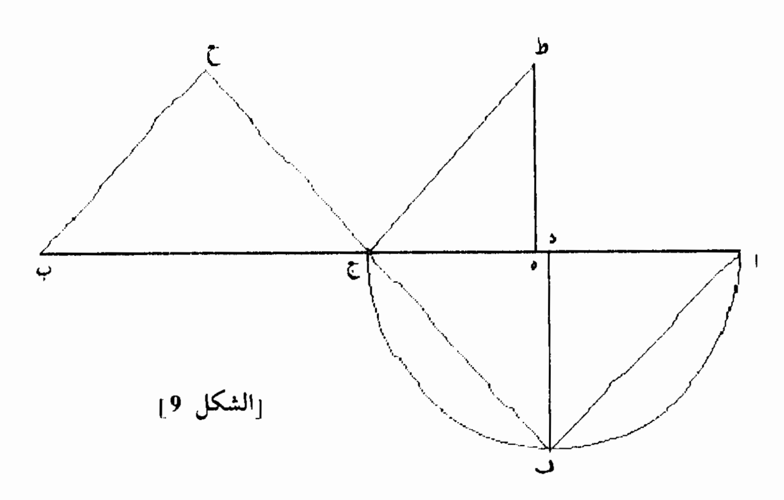
زيادة على دلالته التاريخية، يندرج مفهوم «قوة الثقل» الذي تبرزه رسالة الإرشاد في سياق التوجه الديناميكي الذي يطبع متن الميكانيكا العربية عموما، فالتقليد الميكانيكي العربي يقدم نفسه كمعالجة هندسية لمسائل التوازن ووظائف الآلات، لكنه لا يغفل أبدا عن البعد الفيزيائي لمواضيع الدراسة التي ليست مجرد معطيات رياضية، بل هي أجسام مادية لها ثقل ووزن مؤثرين. وهذا ما يعبر عنه عدد من المفاهيم التي يستخدمها الإسفزاري وعلى رأسها مفاهيم «الإرجحنان» و«الميل» و«الجذب»، والتي تدل كلها على تأثير الثقل وتحدد دوره في نزوع الأجسام في إتجاه الأرض، وصعود بعضها إلى الأعلى بفعل تأثير قسري. فالأجسام تتحرك تحت تأثير قوة، كما أنها تنقل القوة وتوصلها، فتتحرك وتحرك بعضها. وفي إرجحنانها تتثاقل وتتحرك نازلة، وإذا كانت مرتبطة ببعضها في منظومة مركبة، فإن نزول أحدها يحدث صعود جسم آخر إلى أعلى. كما أن القوة لا تتوقف على كثافتها أو على كمية المادة المحتواة في حيز معين فقط، بل أيضا على موقع الجسم بالنسبة إلى نقطة أو سطح معينين.

والمعالجة التي سلف ذكرها حول الأجرام التي تنزع إلى مركز العالم تجد محلها في هذا المنحى العام، حيث ينص الإسفزاري على أن هذا المركز هو مكان طبيعي وليس مجرد نقطة هندسية ويعلن أنه هو مركز الثقل المشترك للأجسام التي تنزع إلى النزول إلى أسفل وإلى السكون بجوار مركز العام، وللتدليل على ذلك، يقدم مثال الجرمين المدورين اللذان يدحرجان في طاس مقعر أو يعلقان من نقطة مفروضة على خيطين متساويي الطول.

= كنسبة قوة المتحرك في المسافة المستوية إلى قوة المتحرك الآخر. هذه مقدمة بيِّنة بنفسها مقبولة» (مقتطف من النص الذي حققته والذي يختلف عن ما ورد في Jaouiche 1976، ص. 146).

(55) انظر Moody & Clagett 1960، صص. 121-223 وClagett 1959، ص. 69 وما يليها وGrant 1973.

وبعد ذلك، ينتقل الإسفزاري إلى «مقدمة أخرى» مماثلة للقضية الثانية في مقالة في الميزان. إذا أخذنا عمود أ ب المعلق بنقطة وسطه ج، كما في الشكل 8، ووضعنا عند أ وب ثقلان متساويان، ثم قربنا ثقل أ إلى العلاقة ج وعلقناه من نقطة ه ـ التي بعدها من العلاقة ج مثل بعد أ د ـ وعلقنا من د ثقل مساو لثقل أ، يبقى عند ذلك خط أ ب موازيا لسطح الأفق.



[الشكل 9]

وللبرهنة على هذه المسألة، يعتمد الإسفزاري بالدرجة الأولى على هندسة الزوايا والخطوط، مستلهما بعض خطوات البرهنة الواردة في مقالة في الميزان، هذا النص الذي يحيل إليه مباشرة وللمرة الثانية[56]. وفي النهاية يخلص إلى أن وضع أثقال ثلاثة على نقط ر ط ب يحفظ السطوح الثلاث الممتدة بينها على موازاة الأفق [الشكل 9] :

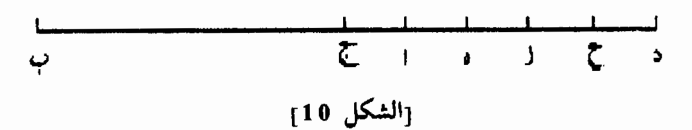
«ولأن خطي ط ه د ر هما عمودان على أ ج تكون قوة ثقلي ط ر على ه د فإذا رددناهما إلى مسقطي حجريهما وهما نقطتا د ه بقي خط أ ب موازيا لسطح الأفق والأثقال الثلاثة المتساوية على نقط د ه ب، وذلك ما أردنا أن نبين» (ورقة 22 أ).

ثم يعرض مؤلف رسالة الإرشاد القضية الثالثة من قضايا المقالة المنسوبة إلى أقليدس في حلة جديدة :

(56) «... وخطا أ د ه ج قد فرضناهما متساويين يكون ضلعا ط ج أ ر متساويين كما بين ذلك أقليدس في كتابه» (ورقة 122).

«كل عمود معلق بنقطة [في] غير الوسط ويجعل على طرفيه ثقلان نسبة أحدهما إلى الآخر كنسبة أحد قسمي العمود إلى الآخر بالتكافؤ، فإن العمود يبقى على موازاة الأفق» (ورقة 22 ب).

فليكن خط أ ب عمود معلق من ج، وليكن أ ج خمس ج ب، فيكون ج ب خمسة أمثال أ ج، لو علقنا من أ ثقلا، تكون نسبته إلى الثقل الذي هو معلق من نقطة ب كنسبة ب ج / ج أ، أي أنه سيكون خمسة أمثال ثقل ب، وبذلك يصير أ ب موازيا للأفق.



[الشكل 10]

ويستدل الإسفزاري على هذه القضية ببرهان مطابق لذلك الوارد في المقالة الأقليدية. الفرق الوحيد بين البرهانين يتمثل في أن البرهان «الأقليدي» مبني على نسبة 3:1 بينما يعتمد برهان الإسفزاري نسبة 5 :1.

ومثلما هو الأمر في المقالة الأقليدية، يبرهن الإسفزاري على هذه القضية بتطويل. خط أ ب على إستقامة إلى د، مع ج د = ج ب، ثم يقسمه بأربعة أقسام متساوية هي أ ه، ه ر، ر ح، و ح د. بالطبع، لو علق عمود ب د من نقطة ج حينما يكون ثقلان متساويان موضوعان عند د و ب لكان موازيا للأفق. ثم يقرب الثقل الموضوع عند د إلى جهة العلاقة ويعلقه بالترتيب من ح ومن ر ومن ه بينما يضع بالترتيب ثقل واحد، ثم ثقلان، ثم ثلاثة أثقال عند نقطة أ، وفي جميع هذه الحالات يبقى عمود ب د موازيا للأفق[57]. وفي الأخير، يقرب

(57) «إن قربنا ثقل د إلى جانب العلاقة وجعلناه على نقطة ح ووضعنا على نقطة أ التي بعدها من المعلاق مثل بعد د ح ثقلا مساويا للثقل الذي عند نقطة ح لاعتدل الوزن وبقي عمود د ب موازيا للأفق بالأثقال الثلاثة التي عند نقطة ح أ ب. ثم لو قربنا الثقل الذي عند ح إلى جهة العلاقة ثانيا وجعلناه على نقطة ر ووضعنا عند نقطة أ ثقلا آخر مساويا للذي عند ر لكان عمود د ب موازيا للأفق كما كان وذلك لمساواة أ ج ر ح والأثقال الحافظة له على موازاة الأفق أربعة واحد منها عند ر وإثنان عند أ وواحد عند ب. ثم لو قربنا الثقل الذي عند نقطة ر ثالثا إلى المعلاق أيضا ووضعناه على نقطة ه ووضعنا عند نقطة أ ثقلا ثالثا مساويا للثقل الذي عند ه لحفظت الأثقال الخمسة التي واحد منها على نقطة ه وثلاثة على أ وواحد على ب عمود د ب على موازاة الأفق، لأجل تساوي أ ج ر ه» (ورقة 22ب – ورقة 23أ).

الثقل الموضوع عند نقطة ه ويعلق من نقطة أ، مضافا إلى الأثقال الثلاثة الموضوعة هناك، فيبقى عمود د ب على موازاة الأفق.

«فحصل عند أ خمسة أثقال كل واحد منها مساو لثقل ب وقد بقي العمود موازيا للأفق وقد فرضنا بعد ب ج خمسة أمثال بعد أ ج فنسبة ثقل أ إلى ثقل ب كنسبة بعد ب ج إلى بعد ج أ. فعند تكافؤ النسبة بين قسمي العمود والثقلين المعلقين من طرفيه حصلت الموازاة وذلك ما أردنا أن نبين» (ورقة 23 أ).

تمثل هذه المسألة قضية قوية تنص على أن حركة ثقل ما في إتجاه نقطة المعلاق يمكن تعويضها بتحريك ثقل مساوي على نفس المسافة إنطلاقا من المعلاق لكن في الإتجاه المعاكس. وتتم معالجتها بواسطة إستخدام حركة ثقلين على مسافات متساوية في إتجاهين مختلفين لكي يتحقق التوازن، إعتمادا على إفتراض مضمر يتعلق بوجود تطابق كامل بين الأثقال والمسافات. ويتمثل مفتاح المسألة في مبدأ التعويض بين الأبعاد والأثقال : تحريك الثقل يناظره تغيير البعد من نقطة التعليق.

هذه القضية تبدو في المقالة الأقليدية مجرد عنصر مساعد للبرهنة على قانون المحل، لكنها نتيجة هامة في حد ذاتها، تبين الإستدلال المتعلق بالثقل الإضافي المتحرك على عمود متساوي الأذرع. وتحافظ هذه القضية على نفس الأهمية تحت قلم الإسفزاري. ففي رسالة الإرشاد كما في مقالة في الميزان، ترد هذه القضية في صورة تعميم للقضية الثانية في المقالة الأقليدية، لكي تبين أن المبرهنة المذكورة صالحة ليس فقط بالنسبة لقسم العمود الممتد من نقطة العلاقة إلى نهاية العمود، بل أيضا بالنسبة لأية نقطة على العمود. وفي سياق البرهنة على هذه القضية، ينص على الفرق بين الثقل وقوته وإستغلالها منهجيا، وذلك ما يبدو واضحا من خلال الفكرة الأساسية التي مفادها أن تحريك ثقل يحدث تغييرا في قوته متناسبة مع المسافة.

ويردف الإسفزاري معالجته للقضية السابقة بمحاولة للبرهنة على عكسها(58) (Converse)، وهذا ما لا نجد له أثرا في المقالة المنسوبة إلى أقليدس. وفي هذه البرهنة، يبين أن وجود «النسبة المتكافئة» بين الثقلين المعلقين وقسمي العمود شرط

(58) «وأقول أنه إذا علق عمود بنقطة ما منه ووضع على طرفيه ثقلان و لم تكن هذه النسبة المتكافئة حاصلة في هذين الثقلين وقسمي العمود فإن العمود لا يصير موازيا للأفق» (ورقة 123).

ضروري لحصول التوازن (ورقة 23أ ــ 23ب). ويمكن إعتبار هذه المسألة تناظر قضية مقالة في الميزان الرابعة والأخيرة والمخصصة بالضبط للبرهنة على قانون المحل.

وفي الختام، تنتهي رسالة الإرشاد كما يعرضها مخطوط دمشق بملاحظات إبيستيمولوجية حول المفاهيم المستخدمة هندسيا وفيزيائيا وبمعالجة مقتضبة للقضية 4 من كتاب في القرسطون لثابت بن قرة.

«ولما كان سياق القياسات التي ألفناها على النمط الهندسي مؤسسا على أن العمود خط وهمي، ومعلوم أن الخط الوهمي لاحظ له من الثقل، وكان لا يمكن التوازن به ولا تعليق الموزون منه، إذ ليس في مقدورنا إتخاذ عمود هو في الحقيقة خط بل كانت الأعمدة التي تستعمل في القفانات أجساما ثقالا توقع بثقلها تفاوتا وتفاضلا عند الوزن إذا كان المعلاق على غير الوسط منها» (ورقة 23 ب).

يمكن إعتبار هذه الملاحظة كتمهيد للقسم العملي من عمل الإسفزاري، على الأقل في الحلة التي ورد عليها في نشرة الخازني. فمن الآن فصاعدا سيتم التحليل إعتمادا على أن العمود ليس خطا فقط بل عمود ثقيل هو جزء من ميزان حقيقي. ولهذا السبب لا يتضمن هذا الجزء من نشرة الخازني لعمل الإسفزاري أي تحليل رياضي بل يتألف فقط من إعتبارات فيزيائية وتجريبية حول الموازين القبانية.

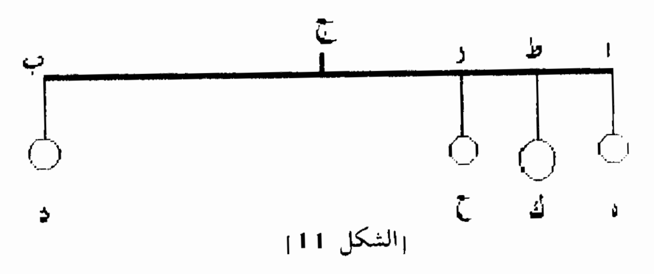
بعد الملاحظة التي سبق ذكرها، يطرح الإسفزاري «المقدمة» التي تتضمن القضية الرابعة من قضايا كتاب في القرسطون :

«كل خط جعل عمودا وتعلق بنقطة منه ثم علق من طرف أحد قسميه ثقل ما ومن القسم الآخر ثقلان متساويان، أحدهما من طرفه والآخر من نقطة أخرى فيما بين الطرف والمعلاق، فيكون العمود عند ذلك موازيا للأفق، فأقول أن الثقلين المتساويين اللذين في جهة واحدة من المعلاق إذا نقلا من موضعهما وجمعا فعلقا من نقطة هي وسط ما بينهما، فإن العمود يبقى عند ذلك على موازاة الأفق» (ورقة 23 ب).

لنأخذ عمود أ ب ونعلقه بنقطة ج [الشكل 10][59]، ونضع في نقطة طرفه ب ثقل د، ونضع في قسمه الآخر أ ج ثقلين متساويين أحدهما، وهو ه، معلق من نقطة الطرف أ، والآخر، وهو ثقل ح، من نقطة ر الموجودة فيما بين نقطتي

(59) هذا الشكل لا وجود له في مخطوط رسالة الإرشاد.

أ ج، ونفرض العمود عند ذلك موازيا للأفق. إذا نقل ثقلي ه ح من موضعهما وجمعا، وليكن مجموعهما مثل ثقل ك، وعلقا من نقطة ط التي هي منتصف ما بين ا ر، سيبقى خط ا ب على موازاة الأفق.



[الشكل 11]

وللبرهنة على هذه القضية الهامة، لا يكتفي الإسفزاري بإعادة البرهان الذي وضعه ثابت بل يركز على تبيان أدوات نظرية النسب الأوقليدية المستخدمة في الإستدلال، كما يشير إلى أحد أشكال «المقالة الخامسة من كتاب أقليدس في أسطقسات الهندسة] (ورقة 24 أ)[60].

بعد هذه المسألة، تتضمن نشرة الخازني لعمل الإسفزاري الصيغ العامة لثلاث مسائل إضافية لا وجود لها في رسالة الإرشاد كما تقدمها النسخة الدمشقية، وهي :

«(ب)[61] وعلى هذا لو كانت كثيرة أيضا وأبعادها من نقطة واحدة متساوية من الجانبين فإنها إذا جمعت كلها وعلقت من تلك النقطة فإن العمود يبقى على موازاة الأفق.

(ج) وكذلك لو نقلت أثقال مختلفة من الجانبين إلى تلك النقطة على نسبة التكافؤ.

«وإذا قدمنا هذه المقدمة فنفرض عمودا متساوي الغلظ معلقا بنقطة هي غير الوسط منه فمن البين أن القسم الأطول يرجحن ثم إن أردنا معرفة المقدار الذي يجب أن نعلقه من طرف القسم الأصغر ليوازي العمود به سطح الأفق فنتعرف أولا ثقل العمود أي مقدار هو ونتحقق نسبة أحد قسمي العمود في الطول ونضربه في وزن العمود ونقسم المبلغ على ضعف طول القسم

(60) تنتهي رسالة إرشاد ذوي العرفان في نهاية الورقة 124، والوجه الخلفي ب للورقة فارغ إلا من حرفي ج وح، الدالان على الثقلين في البرهان السابق ؛ ولربما كان الناسخ ينوي أن يرسم على هذه الصفحة الرسم التابع لهذا البرهان.

(61) المسألة المرقمة (أ) هي بالضبط قضية كتاب في القرسطون الرابعة المذكورة أعلاه.

الأقصر من قسمي العمود فالخارج من القسمة هو المقدار الذي إذا علق من طرف القسم الأقصر يوازي العمود بذلك سطح الأفق نسميه المشيل ومنهم من يعلق المقدار الذي يوازيه سطح الأفق بالرصد والإعتبار» (الخازني 1940، ص. 45).

المسألة (ب) هي لازمة (Corollary) تابعة لقضية كتاب في القرسطون الرابعة، بينما تتعلق المسألة (ج) بالقضية الخامسة من نفس الكتاب، المعروفة بمبرهنة التعويض (Replacement theorem). أما المسألة الثالثة، التي تبدو كنتيجة مترتبة عن التي سبقتها، فهي شبه مطابقة للقضية السادسة والأخيرة في كتاب في القرسطون.

تقول المسألة (ب) أنه حتى لو كانت الأثقال المعلقة كثيرة ومبثوثة على جانبي العمود وأبعادها من نقطة محددة متساوية من الجانبين، «فإنها إذا جمعت كلها وعلقت من تلك النقطة» يبقى العمود موازيا للأفق. وكانت صياغة ثابت لنفس المسألة أكثر جرأة، حيث أنها تقول أنه حتى لو علق بالعمود «أثقال كم كانت ولو أنها بلا نهاية وكانت تلك الأثقال متساوية» وجمعت وعلقت من نقطة محددة لما تغيرت موازاة العمود للأفق[62].

أما مسألة (ج) فتفيد ـــ مثل قضية ثابت الخامسة[63] ـــ أن موازاة العمود للأفق لا تتغير حتى إذا نقلنا أثقال مختلفة من الجانبين إلى تلك النقطة لكن مع إحترام علاقة التناسب المعكوس ـــ أو المتكافئ ـــ التي ينص عليها قانون المحمل[64]. وفي النهاية، تنص مسألة الإسفزاري الأخيرة، والتي تناظر آخر قضية

---

(62) انظر Jaouiche 1976، صص. 154-156.

(63) «إذا كان عمود معلقا بنقطة منه وتوهمناه كله خطا مستقيما وأن ثقلا مبسوطا متعلقا على إتصال وإستواء في قطعة من ذلك الخط مما يلي أحد طرفيه كما يكون غلظ أعمدة الموازين مبثوثا مبسوطا وعلق بالطرف الآخر من العمود ثقل ما فاعتدل وزن العمود على موازاة الأفق فإنا إن توهمنا أن ذلك الثقل الأول رفع وجمع فعلق بنقطة النصف من تلك القطعة إعتدل أيضا وزن العمود على موازاة الأفق» (مقتطف من النص المحقق ؛ انظر أيضا 1976 Jaouiche، ص. 156).

(64) برهن ثابت في كتاب في القرسطون بتفصيل كبير على هذه القضية، متوسلا ببرهان الخلف، فبين مرتين أن لا أحد من جانبي العمود «سيكون... أميل إلى أسفل من الجانب الآخر»، وأنه في الحالتين «هذا خلف لا يمكن» (مقتطف من النص المحقق ؛ انظر أيضا 1976=

في كتاب ثابت، على كيفية تحديد مقدار الثقل الذي إذا علق بطرف القسم الأقصر من قسمي عمود ثقيل معلق بنقطة في غير وسطه إعتدل وزن ذلك العمود على موازاة الأفق(65).

يبدو نص رسالة الإرشاد للإسفزاري كتجميع مركز لعدة تقاليد ميكانيكية تحكمه مقاربة تركيبية، كما تبرزها المبرهنات والقضايا المتكون منها والمستمدة من مصادر إغريقية وعربية. وتتمفصل بنية الرسالة حسب ثلاث مكونات أساسية هي : 1) عناصر جديدة من إبداع الإسفزاري تمثلها المناقشة التمهيدية لمراكز الأثقال وقانون المحل، 2) محاولة بناء براهين مختصرة ـــ ومبتكرة في بعض جوانبها ـــ لعدد من المسائل الرياضية الواردة في مقالة في الميزان المنسوبة إلى أقليدس، من جهة، وفي 3) كتاب في القرسطون لثابت بن قرة. وهذا ما أعلنه المؤلف بنفسه في بداية رسالته عندما قال أنه لما عاين أهمية صناعة القبان وقلة المؤلفات المخصصة لها إرتأى أن يجهز رسالة في هذا الفن إعتمادا على ما إستفاده من أعمال سابقيه من العلماء الإغريق والمسلمين، «مضموما إلى ما سنح لي الخاطر به وأدى البرهان بالتحليل عليه» (ورقة 16 ب).

3. لائحة المراجع المعتمدة

1.3. المراجع باللغة العربية

1. إبن أبي أصيبعة، موفق الدين أبي العباس (1965)، عيون الأنباء في طبقات الأطباء، نشر نزار رضا، بيروت : مكتبة الحياة.
2. إبن الأثير، علي إبن أبي الكرم عز الدين (1378 [1967])، الكامل في التاريخ، 9 أجزاء، الطبعة 2، بيروت : دار الكاتب العربي.

= Jaouiche، صص. 156–164). وبسبب الصيغة المختصرة التي نشر بها الخازني تناوُل الإسفزاري لهذه المسألة، لا نعرف الطريقة التي سلكها في الاستدلال عليها.

(65) يتم تحديد هذا الثقل، كما حدد ذلك ثابت، بالتعرف على وزن العمود وطول كل واحد من قسميه، ثم نأخذ الفرق الموجود بين طولي القسمين، فنضربه في وزن العمود ونقسم ما اجتمع على طول العمود. فما خرج من القسمة ضربناه في طول العمود، ونقسم الحاصل على مثلي طول القسم الأقصر ؛ فما سيخرج من القسمة هو المقدار المطلوب (مقتطف من النص المحقق ؛ انظر أيضا Jaouiche 1976، صص. 164–166). لاحظ أن التقنية الحسابية التي اتبعها الإسفزاري مختصرة تسمح بالقفز على بعض الخطوات التي ذكرها ثابت.

3. أبو الفدا، عماد الدين إسماعيل (1325 [1907])، كتاب المختصر في أخبار البشر، القاهرة : المطبعة الحسنية، 4 أجزاء.
4. الإسفزاري، أبو حاتم المظفر بن إسماعيل (2536 شاه. [1977])، رسالة آثار علوي أثر فاضل كامل حكيم معظم وفيلسوف مكرم خواجه أبو حاتم مظفر بن إسماعيل اسفزاري، تصحيح وتحشيه محمد تقي مدرس رضوي، طهران : انتشارات بنياد فرهنك غيران، 264، (علم دار إيران، 21).
5. البيهقي، ظهير الدين علي ابن زيد (1935)، تتمة صوان الحكمة، نشر محمد الشافعي، لاهور.
6. البيهقي، علي ابن زيد (1988)، تاريخ حكماء الإسلام [تتمة صوان الحكمة]، نشر محمد كرد علي، طبعة مصورة عن الطبعة الأولى (1946)، دمشق : مطبوعات مجمع اللغة العربية.
7. جبار، أحمد، وراشد، رشدي (1981)، رسائل الخيام الجبرية، حلب : معهد التراث العلمي العربي.
8. الخازني، أبو الفتح عبد الرحمان (1940)، كتاب ميزان الحكمة، حيدر آباد : دائرة المعارف العثمانية.
9. صبره، عبد الحميد (1921)، رسالة في شرح ما أشكل من مصادرات أقليدس تصنيف أبي الفتح عمر ابن إبراهيم الخيامي، الإسكندرية : دار المعارف.
10. طوقان، قدري (ب.ت.)، تراث العرب العلمي في الرياضيات وعلم الفلك، بيروت : دار الشروق.
11. العاملي (1406هـ/[1985-1986])، محسن بن عبد الكريم الأمين الحسين، أعيان الشيعة، بيروت : دار التعارف، 11 جزء.

2.3. المراجع باللغات الأجنبية

1. ABATTOUY, Mohamed (1989), *La Notion du Temps chez Galilée. Etude historico-épistémologique sur l'un des épisodes de la constitution de la Mécanique classique*, Thèse de Doctorat, Paris : Université de Paris-I-Sorbonne, 672 pp. Published on Internet at the URL address : http ://www. mpiwgberlin. mpg. de/DATABASE.HTM.

2. ABATTOUY, M. (1997a), *The Arabic Tradition of Mechanics : General Survey and a First Account on the Arabic Works on the Balance,* Berlin: Max Planck Institut für Wissenschaftsgeschichte, Preprint n°76, 61pp.

ABATTOUY, M. (1997b), «La tradition arabe de la balance : Thabit ibn Qurra et al-Khazini», *Actes du Colloque «La philosophie et les Sciences au Moyen Age» (Murrakush, 13-16 février 1997),* Rabat : Publications de la Faculté des Lettres.

4. ABATTOUY, M. (1998), *«Mechané vs. hiyal:* Essai d'analyse sémantique et conceptuelle», *Actes de la Conférence Internationale «L'Imagination dans les Sciences» (Rabat, 29-31 octobre 1998),* Rabat : Publications de la Faculté des Lettres.

5. ABATTOUY, M. (1999a), «Graeco-Arabic Transmission (IXth-Xth centuries) : the Case of Mechanics», forthcoming in *Science in Context* (Cambridge University Press), Special Issue on *«Intercultural Transformation of Scientific Knowledge in the Middle Ages»*, edited by M. Abattouy and P. Weinig.

6. ABATTOUY, M. (1999b), «La loi du levier entre Archimède et Thabit ibn Qurra : transmission et transformation», forthcoming in *Actes du Colloque «Aspects de l'argumentation dans les sciences» (Murrakush, 11-14 février 1999),* Rabat : Publications de la Facuté des Lettres.

7. ABATTOUY, M. (1999c), «Euclidean Mechanics in Arabic : *Book on the Balance* and *Treatise on heaviness and lightness»*, forthcoming in*Actes du 4ème Colloque International d'Histoire des Mathématiques Arabes (Fez, 2-4 décembre 1992),* edited by M. Aballagh and M. Abattouy.

8. ABATTOUY, M. (1999d), *«Nutaf min al-hiyal:* An Arabic Short Version of Pseudo-Aristotle's *Problemata Mechanica»*, forthcoming in *Early Science and Medecine* (Leiden).

9. ABATTOUY, M. & WEINIG, P. (forthcoming), *Arabic Tradition of Writings on the Balance and Weights : Critical texts, English Translations, and Commentaries,* Project of research currently investigated at the Max Planck Institute for History of Science in Berlin since 1996.

10. cARUDHI SAMARQANDI, Nizami (1910), *Chahar maqala («The Four Discourses») of Ahmad ibn Umar ibn Ali an-Nizami al-Arudi as-Samarqandi,* edited, with introduction, notes and indices by Mirza Muhammed ibn Abdu-'l-Wahhab of Qazwin, Leiden : Brill, London : Luzac & Co.

11. AUBIN, J. (1971-1974), éditeur, *Le Monde iranien et l'Islam,* Droz, Genève-Paris, 2 vols.

12. BARTHOLD, W. (1988), *Turkestan Down to the Mongol Invasion,* Pasadena : Oriental Book, 3rd edition.

13. BROCKELMAN, Carl (1943-49), *Geschichte der arabischen Litteratur,* Leiden : E. J. Brill, 2 vols., 2nd edition [first edition 1898-1902] ; plus 3 Supplements, 1937-42. Leiden : E. J. Brill.

14. J. CALMARD, J. (1972), «Esquisse de l'histoire politique et culturelle de l'Iran islamique», in *Les Sept Climats*, vol. I : *Iran*, Paris.

15. CLAGETT, M. (1959), *The Science of Mechanics in the Middle Ages*. Madison/London : University of Wisconsin Press/Oxford University Press.

16. DE SLANE, le baron (1883-1895), *Catalogue des manuscrits arabes* par le baron de Slane, Paris : Imprimerie nationale.

17. GALLUZZI, Paolo (1979), *Momento. Studi galileiani*, Roma : Edizione dell'Ateneo & Bizari.

18. GRANT, Edward (1973), «Jordanus», in *Dictionary of Scientific Biography*, edited by C. Gillispie, New York : Charles Scribner's Sons, vol. 7, pp. 171-179.

19. HALL, Robert E. (1973), «al-Khazini», in *Dictionary of Scientific Biography*, vol. 7, pp. 335-351.

20. IBEL, T. (1906), *Die Wage im Altertum und Mittelalter*, Erlangen.

21. IBN AL-AKFANI, Shams al-Din (1989), *Kitab irshad al-qasid ila asna al-maqasid*, edited by J. Witkam, Leiden : Ter Lugt Pers.

22. IBN AL-NADIM, Mohammed (1871-1872), *Kitab al Fihrist*, edited by Gustav Flügel, J. Roediger and A. Müller, Leipzig : F.C.W. Vogel, 2 vols.

23. JAOUICHE, Khalil (1976), *Le livre du qarastun de Thabit ibn Qurra. Etude sur l'origine de la notion de travail et du calcul du moment statique d'une barre homogène*, Leiden : E.J. Brill.

24. KRAUSE, Max (1936), «Stambuler handschriften islamischer Mathematiker», *Quellen und Studien zur Geschischte der Mathematik, Astronomie und Physik*, Abteilung B, Studien 3 [B3] : pp. 437-532.

25. LEVINOVA, E.S. (1972), «Teoria vesov v traktatakh Omara Khayyama I ego uchenika Abu Hatima al-Muzaffara ibn Ismaila al-Asfizari», in *Trudy XV Nauchnoy Konferencii...*, Moscow : Instituta istorii estestvoznaniya i tekhniki, sekoiya istorii matematiki mekhaniki.

26. MAKDISI, George (1961), «Muslim Institutions of Learning in Eleventh-Century Baghdad», *Bulletin of the School of Oriental and African Studies*, vol. 24 : pp. 1-56.

27. MAKDISI, G. (1981), *The Rise of Colleges : Institutions of Learning in Islam and the West*, Edinburg : Edinburg University Press.

28. MATVIEVSKAYA, G.P. & ROSENFELD, B.A. (1983), *Matematiki i astronomi musulmanskogo srednevekovya i ikh trudi (VII-XVII vv)*, 3 vols., Moscow : Nauka.

29. MEYERHOF, Max (1948), «Ali al-Bayhaqi's *Tatimmat siwan al-hikma:* A Biographical Work on Learned Men of the Islam», *Osiris*, vol. 8, pp. 122-127.

30. MOODY, E. & CLAGETT, M. (1960), *The Medieval Science of Weights (Scientia de Ponderibus)*, Madison : University of Wisconsin Press, first edition 1952.

31. ROZHANSKAYA, M.M. (1991), *Abu'l-Fath ᶜAbd al-Rahman al-Khazini (XIIth Century),* Moscow : Nauka, in Russian.
32. ROZHANSKAYA, M.M. (1996), «Statics», in *Encyclopaedia of the History of Arabic Science,* edited by R. Rashed, London/New York : Routledge, pp. 614-642.
33. ROZHANSKAYA, M.M. & LEVINOVA, I.S. (1983). «Al-Khazini. *Kniga vesov midrosti»* [The Book of the Balance o Wisdom], In *Nauchnoye nasledstvo* [Scientific Heritage], Moscow, vol. 6 : pp. 15-140.
34. SAYILI, Aydin (1981), *The Observatory in Islam,* New York : Arno Press. First edition in Ankara : Türk Tarih Kurumu Basimevi, Publications of the Turkish Historical Society (Series 7, n°38), 1960.
35. SARTON, George (1927-31), *Introduction to the History of Science,* 3, vols., Baltimore ; reprinted Washington / Baltimore : Williams & Wilkins, 1950-53.
36. SEDILLOT, L.A. (1838), «Notice de plusieurs opuscules mathématiques V. Quatorzième Livre de l'épitome de l'Immam Muzhaffar al-Isfireldi sur les *Eléments* d'Euclide», *Notices et extraits des manuscrits de la Bibliothèque du Roi,* vol. 13, pp. 146-148.
37. SESIANO, Jacques (1998), «Quatre auteurs iraniens d'études sur les carrés magiques», Lecture in the *Second Colloque International «la science dans le monde iranien», organised at Teheran University, June 7-9th, 1998,* forthcoming in the *Proceedings of the Colloque.*
38. SEZGIN, Fuat (1967-1984), *Geschichte des Arabischen Schriftums,* Leiden : E.J. Brill, 9 vols. to date.
39. SUTER, Heinrich (1986), *Beiträge zur Geschichte der Mathematik und Astronomie im Islam,* edited, by F. Sezgin, Frankfurt am Main : Institut für Geschichte der Arabisch-Islamischen Wissenschaften, 2 vols.
40. WIEDEMANN, Eilhard (1970), *Aufsätze zur Arabischen Wissenschafts-geschichte, Hildesheim/New York : G. Olms, 2 vols.*
41. *WOEPCKE, F. (1851), «Notice sur des traductions arabes de deux ouvrages perdus d'Euclide», Journal asiatique,* 4ème série, vol. 18 : pp. 217-247.
42. YOUSKEVITCH, A.P. & ROSENFELD, B. (1973), «al-Khayyam», *Dictionnary of Scientific Biography,* vol. 7, pp. 323-334.

قراءة لكتاب : شرح ملخص في المنطق لمحمد بن يوسف السنوسي

عبد السلام بن مَيْسَ
كلية الآداب ــ الرباط

يُعتبر هذا العرض جزءا من مشروع يهدف إلى إعادة التأريخ للمنطق في الفكر المغاربي. ولقد قدمنا أجزاء أخرى من هذا المشروع في مناسبات مختلفة. بعض تلك الأجزاء يتعلق بالمنطق بشمال إفريقيا القديم وبعضها بالمنطق في الفكر المغاربي الوسيط، وبعضها الآخر بالمنطق في الفكر المغاربي الحديث والمعاصر. هذا العرض إذن جزء من كل. ويهدف إلى تقديم نموذج من الإنتاج المغاربي الوسيط في المنطق، بُعيد انتهاء فترة الإنتاج في المنطق العربي الإسلامي بشكل عام، أي بُعيد القرن 14م. سوف تسمح لنا قراءة هذا الكتاب بتقويم الأحكام العامة التي أطلقها بعض مؤرخي المنطق العربي الإسلامي (مثل عادل فاخوري ونيكولا ريشر) والتي مفادها أن القرن 14م يمثل نهاية فترة الإنتاج العربي الإسلامي الأصيل في مادة المنطق. ولن نعرف قيمة هذه الأحكام إلا إذا قرأنا ما جاء بعد هذا القرن. وهذا هو ما سوف نفعله الآن من خلال نموذج كتاب السنوسي المشار إليه أعلاه.

من هو السنوسي ؟

محمد بن يوسف السنوسي (1428م ــ 1490م)[1] هو أشهر رواد المنطق بشرق المغرب الوسيط[2]. ذكره الزركلي في **الأعلام** (جـ 7، ص 154)

(1) ينبغي تمييزه عن الشيخ السنوسي الصوفي (محمد بن علي) الذي عاش خلال القرن 19م.

(2) إلى جانب السنوسي، أنجب شرق المغرب الوسيط مجموعة من رواد المنطق المغاربي أهمهم : محمد بن أحمد بن مرزوق التلمساني (حـ. 1363م ــ 1439م) ومحمد بن عبد الكريم المغيلي التلمساني (ت : 1503م)، وكلهم اشتغلوا بالمنطق وألفوا فيه.

وكحّالة في **مُعْجَم المؤلفين** (جـ 12، ص 132) **ودائرة المعارف الإسلامية** (جـ 12، ص 290) ونيكولا ريشر في **تطور المنطق العَرَبي** (ص 519 من الترجمة العربية) والبغدادي في **هدية العارفين** (ص 216) وحاجي خليفة في **كشف الظنون** (ص 170، 626، 1158، 1501، 1539) وغيرهم. السنوسي مغربي الأب، حسني الأم، حسب تلميذه المُلالِي التلمساني بناء على ما ورد عند ابن مريم في كتابه **البستان**...، طبعة أبي شَنَب، 1908. درّس السنوسي وألف في علوم الدين والكلام والمنطق وفي علم الحساب والهيئة. تلقّى العلم عن أبي عبد الله الحبّاك وأبي الحسن القلصادي الأندلسي (ت : 891هـ) وعن تلامذة المنطقي التلمساني ابن مرزوق وغيرهم[3]. ألّف السنوسي في الطب وعلم الحساب والهيئة الكتب التالية :

1 ـــ **المجربات في الطب**.

2 ـــ **الطب النبوي**.

3 ـــ **عمدة ذوي الألباب** (في شرح بُغية الطلاب في علم الاسطرلاب للحباك الجزائري).

4 ـــ **شرح مقدمات الجبر والمقابلة** لابن الياسمين.

أما في ميدان علم المنطق فقد ألف السنوسي الكتب التالية :

1 ـــ **شرح إيساغوجي في المنطق** (لأثير الدين الأبهري المتوفى سنة 1264م).

2 ـــ **شرح كتاب الجمل في المنطق** (للخُوَنجي المتوفَّى سنة 1248م).

3 ـــ **شرح أرجوزة لابن سينا في المنطق**[4].

4 ـــ **المختصر في علم المنطق** (أو الرسالة المنطقية)، وكان هذا الكتاب من أهم كتب تدريس المنطق بجامعة القرويين وجامع مراكش ومدرسة تامكروت. توجد منه نسخة بخط اليد بالخزانة العامة بالرباط تحت رقم $\frac{\text{25ك}}{20}$. وقد طُبع هذا المخطوط عدة مراة بشروح متعددة من بينها طبعة القاهرة لسنة 1912م. ولتسهيل

(3) ليست هناك ترجمات للسنوسي حسب المعلومات التي نتوفر عليها حتى الآن.

(4) لهذه القصيدة شرح آخر قدّمه ابن بندود (حـ. 1140 ـــ حـ. 1200) وهو تلميذ لابن رشد. ولايزال هذا الشرح موجودا في الاسكوريال (ديرينبرج، مجموعة 628).

استيعاب الطلاب لهذا الكتاب، تمت صياغة محتواه على شكل أرجوزة من طرف علاّمة فاس عبد السلام بن الطيب القادري (ت : 1698م)، تحت عنوان **الجواهر المنطقية**. وألف العلامة أحمد بن عبد العزيز السجلماسي الهلالي (ت : 1761م) كتابا في شرح تلك الأرجوزة تحت عنوان : **الزواهر الأفقية في شرح الجواهر المنطقية**[5].

كتب السنوسي نفسُه شرحا لمختصره تحت عنوان : **شرح المختصر في علم المنطق**. وتوجد نسخ مخطوطة منه بالخزانة الصبيحية بسلا وبالخزانة الملكية بالرباط وبخزانة القرويين وبمدرسة تامكروت. وطبع هذا الشرح بالقاهرة سنة 1321هـ.

ونظرا لأهمية مؤلفات الشيخ السنوسي في المنطق فقد انتشرت في كل شمال إفريقيا وخاصة في المغرب والجزائر. وتناولها علماء المنطق بالشرح والدرس منذ نهاية القرن 15م حتى بداية القرن 20م. وفيما يلي أهم شروح كتاب **المختصر في علم المنطق** كما صاغها المغاربة :

أ ــ **الزواهر الأفقية في شرح الجواهر المنطقية** للهلالي المذكور أعلاه؛

ب ــ **نفائس الدرر في حواشي المختصر** لأبي علي حسن بن مسعود اليوسي المتوفى سنة 1691م؛

جـ ــ **شرح مختصر السنوسي في المنطق** لأحمد بن محمد بن يعقوب الولاّئي؛

د ــ **حاشية على مختصر السنوسي** لأبي علي محمد بن الحسَن بناني المتوفى سنة 1780م؛

هـ ــ **تحرير النظر في بعض مسائل المختصر** لعُمر بن عبد الله بن عُمر الفاسي المتوفَّى سنة 1773م.

الكتاب موضوع هذا العرض :

أما الكتاب الذي أثار اهتمامنا ونرغب اليوم في تقديم قراءة له فهو **شرح المختصر**

(5) طُبع هذا الكتاب بفاس طبعة حجرية سنة 1313هـ، في 272 صفحة من الحجم المتوسط. وهو أول مؤلف في المنطق طُبع طبعة حجرية بالمغرب. توجد منه سبع نسخ بالخزانة الملكية ونسخة مصورة (صعبة القراءة) بخزانة كلية الآداب بالرباط. كما توجد منه نُسخ أخرَى بالخزانة العامة بالرباط وبجامع القرويين بفاس.

في **علم المنطق** للسنوسي نفسه. وقد اعتمدنا على مخطوط بكلية الآداب بالرباط (تحت رقم مكل 4) بخط تونسي متوسط مدموج ومُلَوَّن، عار من تاريخ التأليف واسم الناسخ. تم الانتهاء من نسخه سنة 1150هـ. والكتاب في 171 صفحة من الحجم المتوسط، بالإضافة إلى صفحة أخيرة بخط مُخالف تحتوي على فقرتين : الأولى دُعَاء والثانية تتحدث عن كيفية تحويل النحاس إلى فضة.

غرضنا من قراءة هذا الكتاب هو محاولة الكشف عمّا قدمه المناطقة المغاربيون من جديد للدراسات المنطقية العربية الإسلامية بشكل عام. ولقد وقع اختيارنا عليه نظرا لشهرته بشمال افريقيا ولكثرة تداوله بالجامعات المغاربية القروسطوية، ولكون صاحبه دقيق التناول واضح العبارة ومتضلعا في علم المنطق.

في مقدمة هذا الكتاب يُخبرنا السنوسي أنه اهتم بعلم المنطق لكونه علما مساعدا لعلم الكلام. ولقد كتب الرجل في العلمين معا[6]. لكن طغيان الفكر الديني عليه أمر نلمسه بسهولة ابتداء من مقدمة الكتاب. فهو يقول : «المراد من علم المنطق هو المسارعة إلى دراسة مقاصد الشريعة والعصمة من الخطأ»[7]. ويعتقد المؤلف كذلك أن «الله هو الذي أنعم بالعقل والبيان» وهو «المنعم بالعلوم جميعا». فليس العقل هو الذي يُنتج العلم، بل العلم هبة من الله تماما كالعقل. من المحتمل أن يكون موقف السنوسي هذا تجاه العقل والعلم مجرد تحايل لتبرير قبول علم المنطق في وسط ثقافي ديني يُعتبر فيه المنطق علما دخيلا وأحيانا متنافيا مع روح الدين في اعتقاد بعض الفقهاء. وبما أن العلم من صنع الله والمنطق جزء من العلم، إذن فالمنطق من صنع الله. وبما أن العلم هبة من الله يقدمها لمن يشاء ويرفضها لمن يشاء، فالمنطق إذن هبة من الله وجب قبولها وشكر الله عليها[8]. والعقل البشري،

---

(6) من كتب السنوسي في علوم الدين بشكل عام ما يلي : 1) **عقيدة أهل التوحيد** (أو العقيدة الكبرى)؛ 2) **عقيدة أهل التوفيق والتسديد** (أو شرح الكبرى)؛ 3) **عقيدة أهل التوحيد الصغرى** (أو أم البراهين)؛ 4) **شرح على أم البراهين**؛ 5) **العقيدة الوسطى** (أو السنوسية الوسطى)؛ 6) **المقدمات**، مترجم إلى الفرنسية تحت عنوان : **Les Prolégomènes Théoriques**، الجزائر، 1908؛ 7) **كتاب الحقائق**.

(7) السنوسي، **شرح المختصر**، ص 1.

(8) لا يميز السنوسي بين كلمتي «علم» و«فن» عندما يحمل إحداهما على كلمة «منطق». فأحيانا يستعمل «فن المنطق» وأحيانا أخرى «علم المنطق» دون التمييز بين الاثنين.

بالنسبة للسنوسي، مخطىء بطبعه. فهو في حاجة ماسة إلى قواعد عقلية قطعية بواسطتها يطلُبُ ما جَهَل من العلوم التصورية والتصديقية. هذه القواعد هي المسماة بعلم المنطق. ويعرّف السنوسي هذا العلم بقوله : «هو قانون تعصم مراعاته، بتوفيق الله (هكذا)، الذهن من الخطأ في فكره كما يعصم النحو اللسان في قوله» (ص 4). ويُحيل المؤلف في هذا الصدد على المنطقي المغاربي المعروف الإمام ابن عرفة الورغمي[9] ويقول عنه بأنه كان يوصي كثيرا بفن المنطق ويؤكد الوصية عليه ويقول لأصحابه : «لابد أن نموت وترحموني على هذا» (ص 5).

يقسم السنوسي العلم إلى ضروري ومكتسب. الضروري هو العلم بوجوب الواجبات وجواز الجائزات واستحالة المستحيلات. أما المكتسب فهو نوعان : التصورات، أي معرفة الحقائق المفردة وتَمَيُّزها عن غيرها؛ ثم التصديقات، أي العلم بثبوت أمر لأمر أو نفيه عنه[10]. لهذا يحتاج العقل إلى طريقتين : إحداهما توصِّله إلى ما جهل من التصورات، والثانية توصّله إلى ما جهل من التصديقات. والطريق الموصل إلى التصورات هو المُسَمَّى بالتعريفات والطريق الموصل إلى التصديقات هو المُسمَّى بالحجج. وتتركب التعريفات من الكليات الخمس، أما الحجج فتتركب من القضايا. وهكذا يحصُر الكاتب المنطق في بابين لا ثالث لهما : باب التصورات وباب التصديقات.

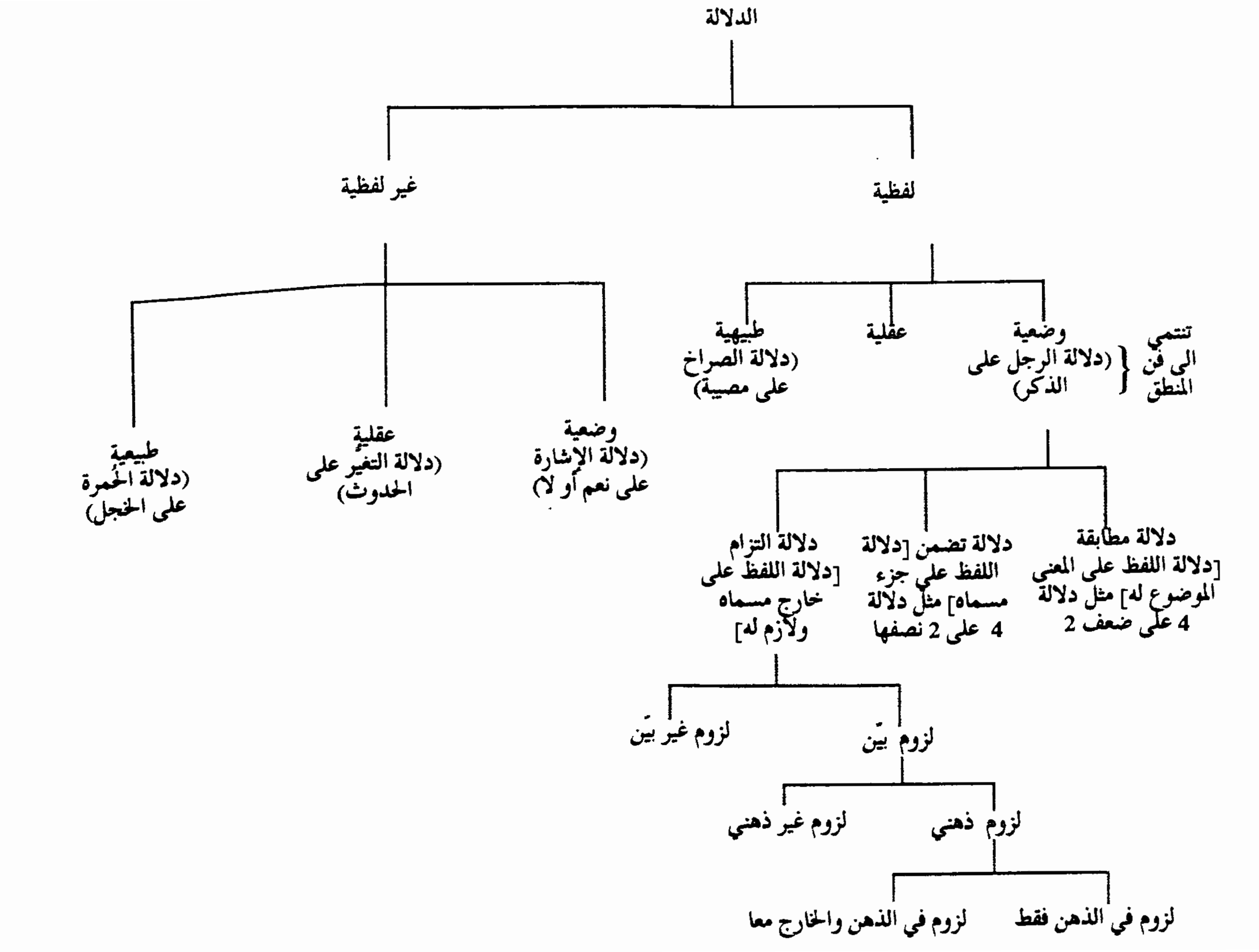
يبدأ الكاتب، على عادة المناطقة الإسلاميين، الحديث عن التصورات بالحديث عن التعريفات. وبما أن مبادىء التعريفات هي الكليات الخمس، فلابد من الحديث أولا عن دلالاتها كألفاظ. لهذا يبدأ الكاتب حديثه بالدلالة وأنواعها، ولا يخرج في هذا عن التقليد الإسلامي المعروف : أي تقسيم الدال إلى لفظ وغير لفظ، ثم تقسيم دلالة كل من هاذين إلى دلالة وضعية ودلالة عقلية ودلالة طبيعية كما هو مبين في الرسم الشجري رفقته.

ويفصّل الكاتب في الدلالة اللفظية الوضعية تفصيلا كثيرا دون أن يأتي بجديد

---

(9) صاحب كتاب : **المختصر في المنطق**.

(10) هذا تقسيم لابن سينا، وقد تابعه الإسلاميون في ذلك وانتقل إلى المسيحيين القروسطويين. ويُعتقد أن مصدره رواقي.


الدلالة
لفظية
غير لفظية
وضعية (دلالة الرجل على الذكر)
تنتمي الى فن المنطق
عقلية
طبيهية (دلالة الصراخ على مصيبة)
وضعية (دلالة الإشارة على نعم أو لا)
عقلية (دلالة التغير على الحدوث)
طبيعية (دلالة الحُمرة على الخجل)
دلالة مطابقة [دلالة اللفظ على المعنى الموضوع له] مثل دلالة 4 على ضعف 2
دلالة تضمن [دلالة اللفظ على جزء مسماه] مثل دلالة 4 على 2 نصفها
دلالة التزام [دلالة اللفظ على خارج مسماه ولازم له]
لزوم بيّن
لزوم غير بيّن
لزوم ذهني
لزوم غير ذهني
لزوم في الذهن فقط
لزوم في الذهن والخارج معا

في هذا الباب. بل يكتفي بالإحالة على الشيخ بن عرفة الورغمي، صاحب كتاب **مختصر في المنطق**، وعلى الخُوَنجي، صاحب كتاب **الجُمَل في المنطق**، وعلى أثير الدين الأبهري، صاحب كتاب **إسياغوجي في المنطق**، وغيرهم من المناطقة الذين سبقوه (ص 14 و15). ينتقل الكاتب، بعد ذلك، إلى الحديث عن **اللفظ** ويقسمه إلى قسمين : جزئي ومركب. وفي هذا يُحيل على ابن سينا (ص 18). ويقسم الكلي إلى خمسة أقسام وهي : الجنس والنوع والفصل والخاصة والعرض العام. وهذه الكليات الخمس هي مبادىء التعريفات.

تمتاز طريقة الكاتب في عرض الكليات الخمس بالوضوع وببعض **الجدة**. ففي الصفحة 30 من كتابه يُخبرنا أن بعض ما جاء به حول **النوع** لم يره في كتب المنطق، وإنما هو شيء ظهر له. لقد فصّل فعلا الكاتب حول **النوع الحقيقي** (مقابل النوع الإضافي) تفصيلا كثيرا. وفيما يلي بيان ذلك. يفترض الكاتب أن السائل عن أمر إما أن يسأل عن تمام حقيقة أو عن تميّز شيء التبس. واللفظ الموضوع للسؤال عن تمام حقيقة هو «ما». والموضوع للسؤال عن التمييز هو «أي»، وقد يكون موضوع السؤال هو حقيقة متشخصة (مثل : ما هو زيد ؟) أو حقيقة كلي (مثل : ما هو الإنسان ؟). وإما أن يكون السؤال عن واحد أو متعدد. ويكون الجواب عن هذه الأسئلة إما إجمالا أو تفصيلا.

للأسئلة بما هو عن حقيقة أجوبة تنحصر في ثلاثة أقسام :

1) جواب لا يكون إلا إذا كان السؤال عن واحد كلي، ولا يكون حالة تعدد، وهو الجواب بالحد[11]. 2) جواب لا يكون إلا عند السؤال عن متعدد من كليتين مختلفتي الحقيقة أو شخصين أو شخص وكلي، ولا يكون عن مفرد، وهو الجواب بالجنس[12]. 3) وجواب يكون عن السؤال عن مفرد شخصي أو

---

(11) الحد (Définition) هو القول الدال على ماهية الشيء، ويكون إما تاما أو ناقصا. والحد التام هو ما تركب من جنس وفصل قريبين كتعريف الإنسان بالحيوان الناطق؛ والناقص هو ما كان بالفصل القريب وحده أو به وبالجنس البعيد، كتعريف الإنسان بالناطق أو بالجسم الناطق (تعريفات الجرجاني).

(12) الجنس (Genre) هو كلي مقول على كثيرين مختلفين بالحقيقة في جواب ما هو من حيث هو كذلك (تعريفات الجرجاني). ومراتب الجنس أربعة :
1) الجنس العالي (جنس الأجناس) : الجوهر. =

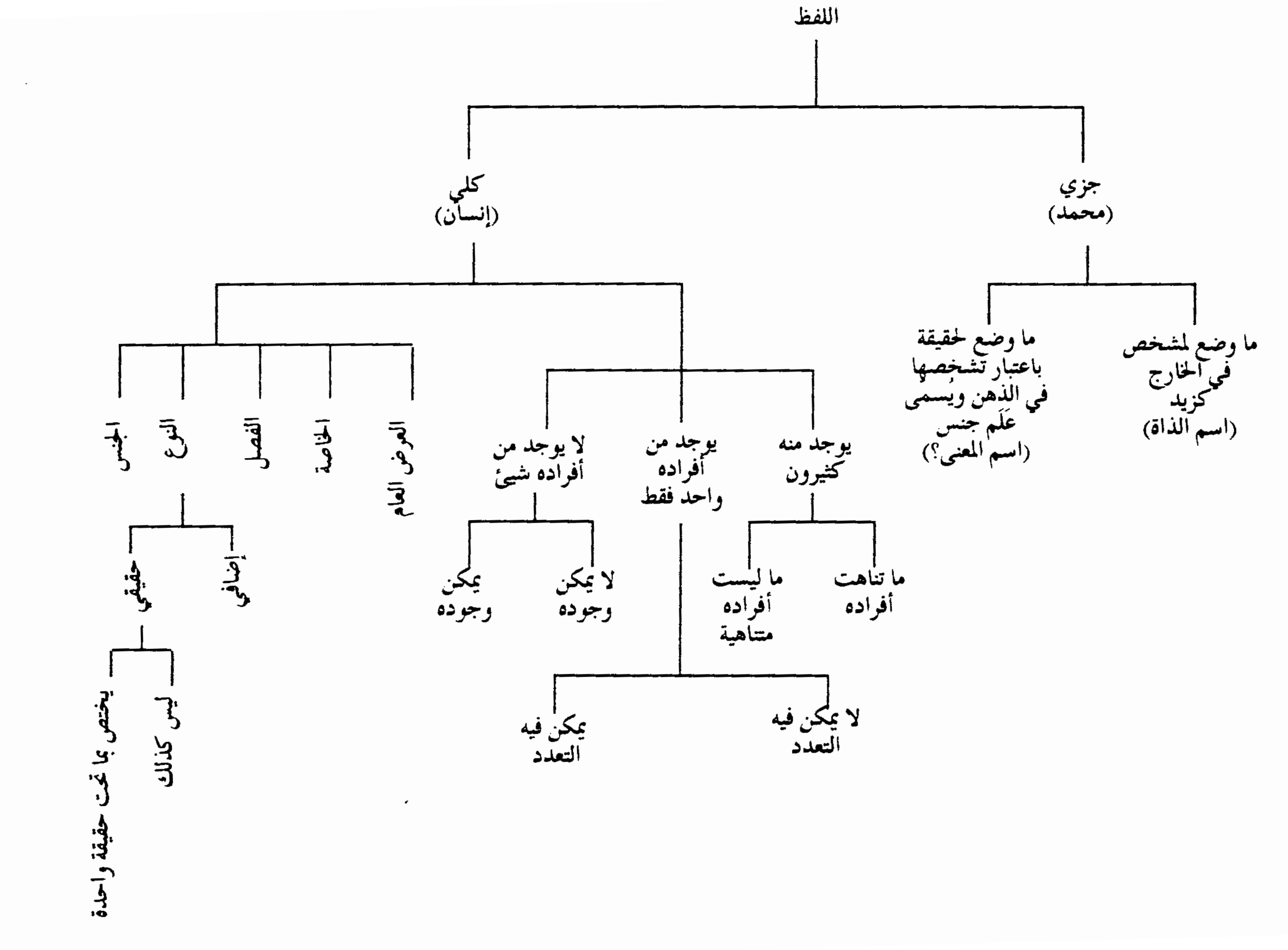
أشخاص متعددة الحقيقة أو صنف أو أصناف، وهو الجواب بالنوع الحقيقي[13]. وفي هذا القسم الأخير يلاحظ الكاتب أنه أتى بجديد.

في الصفحة 24 يعرّف الكاتب النوع الحقيقي (في مقابل النوع الإضافي)[14] بقوله : «هو ما صدق في جواب ما هو على كثيرين متفقين بالحقيقة كإنسان». والجديد عند الكاتب يتعلق بالضبط بحكم جواب أصناف هذا النوع إذا تعددت أو أفردت بالسؤال بما هو. فقوله في التعريف السابق «في جواب ما هو» يُخرج الفصل والخاصة والعرض العام. وقوله «متفقين بالحقيقة» يُخرج الجنس لأنه لا يُقال إلا على كثيرين مختلفين بالحقيقة. والمراد بقوله «صادق على كثيرين» «أنه صادق عليها، جُمعت في السؤال أو أفرد بعضها. وقرينة ذلك كونها موصوفة بالاتفاق في الحقيقة. و«ما» إنما يُسأل بها عن تمام حقيقة المسؤول عنه، وهي واحدة هنا في جميع الأفراد. فالذي يُجاب به إذن عن المتعدد من هذه الأفراد هو بعينه الذي يُجاب به عن الواحد منها. فيصح إذن أن يُجاب بالنوع في السؤال بما هو عن الشخص الواحد وعن الشخصين وعن الأشخاص وعن الصنف الواحد منهما وعن الصنفين وعن الأصناف، وحدها أو مضمومة إلى الشخص أو الشخصين أو الأشخاص. والظاهر أن السؤال بما هو إذا أُفْرِد عن الصنف والصنفين والأصناف أن يُجاب فيه بالنوع موصوفا بالوصف الذي امتاز به ذلك الصنف عن سائر الأصناف، إن كان السؤال عن صنف واحد منها. وإن كان عن متعدد من الأصناف، فيجاب بالنوع موصوفا بتمام الوصف المشترك بين ذلك المتعدد. فيقال، مثلا، في السؤال عن **الزنجي**، بما هو الإنسان الأسود، وعن الزنجي والصقلي هما الإنسان الأعجمي. وحكم جواب أصناف هذا النوع، إذا تعددت أو افردت

= 2) الجنس المتوسط : ما فوقه جنس وتحته جنس كالجسم : فوقه **الجوهر** وتحته **الحيوان**.
3) الجنس السافل : ما لا جنس تحته وفوقه الأجناس كالحيوان.
4) الجنس المنفرد : ما لا جنس فوقه ولا جنس تحته، ومثاله متعذر.

(13) النوع (Espèce) هو الكل الذاتي الذي يقال على كثيرين مختلفين بالعدد في جواب ما هو.

(14) النوع الإضافي هو الكلي المقول على كثيرين في جواب ما هو المندرج تحت جنس وبينه وبين النوع الحقيقي عموم وخصوص من وجه، يجتمعان في النوع السافل (وهو الذي لا نوع تحته كالإنسان) وينفرد النوع الحقيقي في النوع البسيط وينفرد الإضافي في الجنس السافل والمتوسط. ومراتب النوع الإضافي أربعة وهي : 1) النوع العالي مثل الجسم؛ 2) النوع المتوسط مثل الحيوان؛ 3) النوع السافل مثل الإنسان والفرس؛ 4) النوع المنفرد ومثاله متعذر.



اللفظ
جزي (محمد)
كلي (إنسان)
ما وضع لشخص في الخارج كزيد (اسم الذاة)
ما وضع لحقيقة باعتبار تشخصها في الذهن ويسمى عَلَم جنس (اسم المعنى؟)
يوجد منه كثيرون
يوجد من أفراده واحد فقط
لا يوجد من أفراده شيئ
العرض العام
الخاصة
الفصل
النوع
الجنس
ما تناهت أفراده
ما ليست أفراده متناهية
لا يمكن وجوده
يمكن وجوده
إضافي
حقيقي
لا يمكن فيه التعدد
يمكن فيه التعدد
ليس كذالك
يختص بما تحت حقيقة واحدة

بالسؤال بما هو لم أره منصوصا في كتب المنطق. وما ذكرته إنما هو شيء ظهر لي. فتأمله وابحث في كتب المنطق على صحته أو فساده» (ص 29–30).

وبعد الحديث عن التعريف بالحد والرسم[15] يبدأ الكاتب الحديث عن القضايا التي هي عناصر الحجج ويُفرد لها فصلا طويلا جدا يشغل حوالي 91 صفحة (من ص 42 إلى ص 133)، أي ما يعادل 53 % من مجموع صفحات الكتاب.

يعرف الكاتب القضية بقوله : «هي اللفظ المركب المحتمِل (بالنظر لذاته فقط) الصدق والكذب» (ص 42). ومن خلال حديثه عن القضايا الحملية يتبين أن الكاتب لم يعرف منطق العلاقات لكونه يعتبر، مثلا، القضية «زيد قائم أبوه» في حكم القضية «زيد قائم». وعند حديثه عن القضايا الشرطية يبدو أن الكاتب غزالي النزعة، فهو يعتقد أن الله هو الوحيد الذي يستطيع خرق شرط القضية الشرطية اللزومية الصادقة، فالقضية «إذا كانت الشمس طالعة كان النهار موجوداً» صادقة في علاقتها بالواقع بمجرد صدق تاليها. ولكن، باستطاعة الله، حسب الكاتب، أن يُحضر الشمس دون إحضار النهار. ويُعتبر الشرط هنا حقيقة عادية وليس عقلية[16]. وهذا دليل على قدرة الله، عند الكاتب، على خرق قوانين الطبيعة من خلال خرقه لمبدأ السببية الطبيعية. هذا، كما هو معروف، موقف تبناه الغزالي ودافع عنه. ومما يؤكد غزالية الكاتب كونه يمجد الغزالي أيما تمجيد وفي نفس الوقت يشتم المعتزلة لأنهم يقولون بصدق القضايا الموجهة الكاذبة كقولنا : «المؤمن مخلّد في الجنة بالضرورة». ويقول عنهم : «أذلَّهُم الله تعالَى» (ص 57).

(15) الرسم (Description) هو قول يعرّف الشيء تعريفا غير ذاتي أو قول يميز الشيء عما سواه لا من حيث هو. والرسم إما تام أو ناقص. والرسم التام هو قول يتألف من الجنس القريب والخاصة كتعريف الإنسان بالحيوان الضاحك؛ والرسم الناقص هو قول يتألف من الخاصة وحدها أو منها والجنس البعيد كتعريف الإنسان بالضاحك أو بالجسم الضاحك.

(16) ارتباط المقدم بالتالي على أوجه : 1) **ارتباط عقلي**، كما هو الحال في قولنا «كلما كان هذا إنسانا كان حيوانا»؛ 2) **ارتباط شرعي**، كقولنا : «كلما زالت الشمس دخل وقت الظهر»؛ 3) **ارتباط عادي**، كقولنا : «كلما لم يكن ماء لم يكن نبات»، والارتباط العادي هو القابل للخرق من طرف الله؛ 4) **ارتباط اتفاقي**، كقولنا : «إن كانت الشمس طالعة كان الإنسان حيوانا ناطقا».

نلاحظ كذلك، من خلال حديث الكاتب عن القضايا الشرطية، أنه لم يول أي اهتمام للشرط الامتناعي، باستثناء بعض الإشارات (ص 84–85). والواقع أنه لا يميز بين الشرط الامتناعي والشرط المادي، فهو يستعمل الأداة «لو» في نفس المعنى الذي يستعمل فيه الأداة «إذا». ولكن هذا لم يمنعه من تقديم تعريف مفصل لرابط الشرط (ص 47) بشكل عام. و لم يقدم الكاتب في هذا الصدد أي جديد. بل يكتفي بالإحالة على الفارابي وابن سينا والاسكندر الافروديسي وارسطاليس وابن رشد الحفيد[17]. ويُحيل خاصة على الخونجي صاحب **الجمل**. وفي مبحث القضايا اهتم الكاتب اهتماما كبيرا بالقضايا الموجَّهة أكثر من غيرها وأفرد لها حيزا لا يُستهان به من كتابه.

يُقسّم الكاتب الحكم العقلي إلى ثلاثة أقسام :

1 ــ وجوب وجود، كوجوب وجود الله مثلا؛

2 ــ امتناعه (الاستحالة) كاستحالة وجود شريك لله مثلا؛

3 ــ إمكان خاص (الجواز العقلي)، أي جواز انعدام الممكنات.

وعن هذه الأقسام الثلاثة للحكم العقلي تتفرع الجهات.

يعرّف الكاتب الجهة بقوله : «هو اللفظ الدال على كيفية النسبة» وينبه بأن الأصل في الجهة ليس هو تقييد المحمول. أي أن الضرورة اللاحقة من جهة المحمول غير معتبرة كقولنا : «العالم موجود بالضرورة» مادام موجودا. ثم يقدم الكاتب جدولا يوضح فيه تفرّع الحكم العقلي إلى ستة عشر مفهوما :

طبقة الوجوب	طبقة نقيض الوجوب
واجب أن يوجد	ليس بواجب أن يوجد
ممتنع أن لا يوجد	ليس بممتنع أن لا يوجد
ليس بممكن عام أن لا يوجد	ممكن عام أن لا يوجد

(17) لم يُحل الكاتب على ابن رشد إلا مرة واحدة فقط، وذلك في الصفحة 51.

طبقة نقيض الامتناع	طبقة الامتناع
ليس بواجب أن لا يوجد ليس بممتنع أن يوجد ممكن عام أن يوجد	واجب أن لا يوجد ممتنع أن يوجد ليس بممكن عام أن يوجد
طبقة نقيض الإمكان الخاص	**طبقة الإمكان الخاص**
ليس بممكن خاص أن يوجد ليس بممكن خاص أن لا يوجد	ممكن خاص أن يوجد ممكن خاص أن لا يوجد

أما القضايا الموجهة فيحصر الكاتب عددها في تسعة عشر : منها سبع ضروريات وخمس ممكنات وثلاث دوائم وأربع مطلقات حسب الجدول المرفق (ص 191).

من الملاحظ أن الكاتب، لما بدأ مبحث القضايا الحملية، قدّم القضايا الموجهة على باقي أصناف القضايا الأخرى، وفصّل الحديث فيها تفصيلا كثيرا. ولا ندري بالضبط ما هو سبب الاهتمام إلى هذه الدرجة بالقضايا الموجهة.

فيما يخص القضايا الحملية، التزم الكاتب بكل ما ورد عند الذين سبقوه، باستثناء عدد القضايا المنحرفة. فإذا لم يُعتبر في هذا النوع من القضايا **عدول ولا تحصيل ولا جهة**، فإن عددها ثمانية وهي إما شخصية (وهي التي موضوعها شخصي) أو كلية (وهي التي موضوعها كلي) أو بعضية (وهي التي موضوعها بعضي) أو مهملة (وهي غير هذا ولا ذاك) : أي لا هي شخصية ولا هي مسوّرة. وكل واحدة من هذه إما سالبة أو موجبة. فيكون مجموعها إذن 4 × 2 = 8. أما إذا أخذنا بعين الاعتبار **الانحراف** (أي وقوع السور على غير موضعه الأصلي)(18) فسوف يصبح عدد القضايا المحمولية 112 قضية، منها 96 وضعها مناطقة قبل السنوسي وعليها اقتصر صاحب **الجمل** وغيره، والباقي، وهو ستة عشر قضية، فقد أضافه السنوسي. وفيما يلي تفصيل ذلك :

(18) يعرف السنوسي الانحراف كما يلي : إذا دخل السور على ما له أفراد غير أنها غير مقصودة في الحكم وهو المحمول الكلي أو دخل على ما لا أفراد له أصلا وهو الجزئي، سواء أكان موضوعا أو محمولا، فقد انحرف السور عن موضعه اللائق به، ووجب أن تُسمّى القضية التي انحرف السور فيها على محله **منحرفة**.

القضايا الموجّهة (19)

الضروريات (7)	الممكنات (5)	الدوائم (3)	المطلقات (4)
1) الضرورية التي لم تقيد ضرورتها بقيد زائد على ذات الموضوع، كقولنا: «كل إنسان حيوان بالضرورة» وتسمَّى **الضرورية المطلقة**. 2) أن تقيد بوصف الموضوع من غير تعرض لنفي الدوام عند مفارقة ذلك الوصف، كقولنا: «كل كاتب متحرك الأصابع بالضرورة مادام كاتبا» وتسمى **مشروطة عامة**. 3) مثلها، لكن مع التعرض فيها لنفي الدوام عند مفارقة الوصف، كقولنا: «كل كاتب متحرك الأصابع بالضرورة مادام كاتبا لا دائما. وتسمّى **مشروطة خاصة**.	1) الممكنة التي أُريد بها أن نسبتها غير ممتنعة وأعم من أن تكون نسبتها ضرورية أو دائمة أو غيرهما وأعم أيضا من أن يكون نقيض نسبتها ممكنا أو دائما أو ممتنعا. ولا يكون ضروريا وإلا كانت نسبتها هي ممتنعة، فلا تكون ممكنة بنفي الضرورة. إذن في نقيض نسبتها لازم لها كقولنا: «كل إنسان كاتب بالإمكان العام» أو «لاشيء من الإنسان بكاتب بالإمكان العام» وقولنا أيضا: «كل إنسان حيوان بالإمكان العام» وتسمى **ممكنة عامة**. 2) الممكنة التي أريد بها أن نسبتها غير	1) الدائمة التي لم يقيد دوامها بقيد زائد على ذات الموضوع، كقولنا: «كل كافر فهو معذب في الآخرة دائماً». وقولنا: «كل فلك فهو متحرك دائما». وتسمّى **دائمة مطلقة**. 2) أن يقيد دوامها بوصف الموضوع من غير تعرض فيها لنفي دوام المحمول له عند مفارقة الوصف، كقولنا: «كل آكل فهو متحرك الفم مادام آكلا». وتسمَّى **عُرفية عامة**. 3) مثل الثانية، لكن مع التعرض لنفي دوام المحمول للموضوع عند مفارقة الوصف له. كقولنا: «كل	1) المطلقة التي أريد بها مجرد كون نسبتها فعلية من غير تعرض لضرورة ولا لدوام ولا لسلبهما كقولنا: «كل إنسان فهو ميت بالإطلاق العام». 2) مثلها في إرادة أن نسبتها فعلية مع التعرض لنفي دوامها كقولنا في هذا المثال بعينه: «كل إنسان فهو ميت لا دائما» وتسمى **وجودية لا دائما**. 3) مثلها أيضا مع التعرض لكون النسبة غير ضرورية، أي غير واجبة عقلا، كقولنا في هذا المثال أيضا: «كل إنسان فهو ميت لا بالضرورة». وتسمّى

الضروريات (تابع)	الممكنات (تابع)	الدوائم (تابع)	المطلقات (تابع)
4) أن تقيد ضرورتها بوقت معين من غير تعرض لنفي دوام المحمول للموضوع في غير ذلك الوقت، كقولنا: «كل إنسان متحرك الأصابع بالضرورة وقت الكتابة» وتسمى **وقتية مطلقة**. 5) مثلها، لكن مع التعرض لنفي الدوام عند مفارقة ذلك الوقت المعين، كقولنا: «كل إنسان متحرك الأصابع بالضرورة وقت الكتابة لا دائما». وتسمى **وقتية** (دون إطلاق). 6) + 7) مثل هاتين، إلا أن الوقت فيهما غير معين. كقولنا: «كل إنسان ميت بالضرورة وقتا ما لا دائما»، وتسمى الأولى **منتشرة مطلقة** والثانية **منتشرة** (دون إطلاق).	ممتنعة، ونقيض نسبتها أيضا غير ممتنع. فلا ضرورة فيهما معا. بل كل النسبتين أمر يمكن ثبوته ونفيه، كقولنا: «كل إنسان كاتب بالإمكان الخاص». وتسمى **ممكنة خاصة**. 3) الممكنة التي قُيد إمكانها بوقت معين، كقولنا: «كل إنسان هو حي بالإمكان العام وقت مفارقة الروح له» أي لا يمتنع عقلا أن يمده الله بالحياة وإن ذهب عنه الروح. وتسمّى **ممكنة وقتية**. 4) الممكنة التي قُيد إمكانها بالدوام كقولنا: «كل جِرْم هو معدوم بالإمكان دائما» وتسمى **ممكنة دائمة**. 5) الممكنة التي قيد إمكانها بحين وصف الموضوع، كقولنا: «كل آكل للمقتات له عادة، فهو جائع بالإمكان حين هو آكل» وتسمّى : **حينية ممكنة**.	آكل فهو متحرك الفم مادام آكلا لا دائما». وتسمّى **عرفية خاصة**.	**وجودية لا ضرورية**. 4) المطلقة التي قُيد إطلاقها، أي نسبتها الفعلية، بحين وصف الموضوع، كقولنا : «كل كاتب هو متحرك الأصابع بالإطلاق حين هو كاتب». وتسمى **حينية مطلقة**.

ملاحظات : 1) الجهة : هي اللفظ الدّال على كيفية النسبة.
2) المقصود بالنسبة هو نسبة المحمول إلى الموضوع.
3) الأصل في الجهة هو تقييد الموضوع وليس المحمول.
4) الوجوب الذاتي : كوجود الله مثلا.
5) الامتناع الذاتي : كامتناع شريك لله مثلا.
6) الجواز العقلي : هو عدم مفارقة جواز العدم للممكنات.
والجواز العقلي هو «الإمكان الخاص» كقولنا : «المؤمن مُخلَّد في الجنة بالضرورة».

لنبدأ أولا بمجموعتين من القضايا :

المجموعة الأولى :

1) دخول سور كلي على محمول كلي
2) دخول سور كلي على محمود جزئي
3) دخول سور جزئي على محمود جزئي
4) دخول سور جزئي على محمول كلي

المجموعة الثانية :

1) دخول سور كلي على موضوع كلي
2) دخول سور كلي على موضوع جزئي
3) دخول سور جزئي على موضوع جزئي
4) دخول سور جزئي على موضوع كلي
5) موضوع مهمل
6) محمول مهمل

إذا ضربنا أربعة (الذي هو عدد حالات المجموعة الأولى) في ستة (الذي هو عدد حالات المجموعة الثانية) فسوف نحصل على 24 قضية. وفي كل من هذه الأخيرة إما أن يقترن الطرفان بحرف السلب أولا أو بالموضوع فقط أو بالمحمول فقط : أي أربع حالات أخرى. وإذا ضربنا 24 في 4 فسوف يحصل لنا 96 قضية. 24 منها في حمل الجزئي على الجزئي و24 منها في حمل الكلي على الكلي و24 منها في حمل الكلي على الجزئي و24 الأخيرة في حمل الجزئي على الكلي. هذا ما اقتصر عليه الخونجي وغيره.

أما السنوسي فيقترح «أن يُزاد عليها 26 قضية أخرى لأن الانحراف قد يكون بسبب دخول السور على الموضوع الجزئي فقط ولا يدخل على المحمول أصلا»[19]. فحينئذ، إما أن يكون السور الداخل على الموضوع الجزئي كليا أو جزئيا. فهذه حالتان في الموضوع والمحمول مع كل واحدة منهما إما كلي أو جزئي. فهذه أربعة من ضرب 2 × 2، وكل واحدة من هذه الأربعة إما أن يقترن الطرفان فيهما بحرف السلب أو لا يقترنا أو يقترن الموضوع فقط أو المحمول فقط. فهذه ستة عشر من ضرب 4 × 4. ضمها للعدد 96 ليجْتمع 112 قضية» (ص 62–63). وهنا ينتقد الكاتب صاحب **الجمل** وغيره لكونهم يخلطون على المتعلم لذكرهم بعض المسائل في هذا الباب لا فائدة منها، وخاصة فيما يتعلق بضابط

(19) بالنسبة للسنوسي لا يدخل السور على مطلق الموضوع وإنما على الموضوع الكلي. أما إذا دخل السور على الموضوع الجزئي ولم يدخل على المحمول أصلا، فهذا انحراف (ص 63).

الكذب وضابط الصدق في القضايا المنحرفة[20]. لقد زاد هؤلاء في المنحرفات ما لا حاجة إليه ونقصوا ما به الحاجة. وهذا هو الجديد الثاني عند السنوسي.

يميز الكاتب بعد ذلك بين قضية خارجية وقضية حقيقية. الأولى يوجد موضوعها في أحد الأزمنة الثلاثة؛ والثانية يقدر وجوده إن لم يوجد في زمن من الأزمنة الثلاثة. وهناك قضية ثالثة أضافها أثير الدين الأبهري وهي التي موضوعها غير موجود ويستحيل أن يوجد.

ثم ينتقل بعد ذلك إلى الحديث عن القضايا الشرطية (ابتداء من الصفحة 83). ويَعْتَبر أقسام الشرطية تماما كأقسام الحملية. ثم يُفرد بعد ذلك فصلا للتناقض في القضايا (ابتداء من الصفحة 86). وهنا يُعرف الكاتب التناقض كما يلي : «التناقض في القضايا هو اختلاف القضيتين بالإيجاب والسلب على وجه يقتضي بمجرد ذلك الاختلاف لزوم صدق إحداها وكذب الأخرى (ص 86). لنلاحظ هنا أن الكاتب لم يأت بأي جديد فيما يخص تناقض القضايا. فهو يكتفي فقط، في هذا الصدد، بالإحالة على فخر الدين الرازي صاحب شرح **الإشارات والتنبيهات**، **وعلى ابن مرزوق** (**أبو محمد علي**)، وعلى ابن سينا وخاصة كتاب **الشفاء**، وعلى الخُوَنجي صاحب **الجمل** وعلى السرّاج وابن واصل الحموي صاحب **شرح مختصر الخونجي** وعلى زين الدين الكاشي صاحب **المنهاج المبين** في المنطق وعلى الشيخ ابن عرفة الورغمي. ولقد أفاض الكاتب في الحديث عن العكس بكل أشكاله (العكس المستوي وعكس النقيض المخالف وعكس النقيض الموافق ونقض المحمول ونقض العكس المستوي ونقض الموضوع والنقض التام). وبعد أن استوفَى الكاتب الحديث عن العكس باعتبار **الكيف والكم** أخذ في الحديث عن العكس باعتبار **الجهة** في القضايا الحملية. ثم منها ينتقل إلى القضايا الشرطية. وكثيرا ما يُحيل في هذا الصدد على الخُونجي. لكن، أحيانا يُحيل عليه ليعارضه، كما هو الحال في مسألة تلازم القضايا الشرطية (ص 128-132).

بعد انتهائه من القضايا، يتناول الكاتب مبحث **القياس**. ولم يخصص صاحبنا لهذا الباب إلا 20 % من مجموع كتابه (أي ما يعادل 37 صفحة من أصل

---

(20) بالنسبة للسنوسي، كل قضية أثبتت افرادا للشخصي (أو الجزئي) سواء أكان موضوعا أو محمولا، فهي كاذبة كقولنا «كل زيد عمرو» وقولنا : «زيد كل إنسان».

170). وهنا لم يحاول السنوسي الخروج عن التقليد الإسلامي في تناول مادة القياس. غير أنه أهمل **التمثيل والاستقراء**. بل وحتى في مبحث القياس تعمّد إهمال قياس المساواة وقياس المباينة وغيرهما. لقد اكتفى بتقسيم القياس إلى صنفين : قياس **اقتراني** وقياس **استثنائي**. فالاستثنائيُ ما ذُكِرت فيه النتيجة بالفعل أو نقيضُها. والاقتراني هو ما لم تذكر فيه (ص 136). وبدأ السنوسي بعد هذا التعريف يتحدث عن أشكال القياس التي يتم تحديدها حسب وضع الحد الأوسط. فإذا كان هذا الأخير محمولا (أو تاليا) في المقدمة الصغرى وموضوعا (أو مقدّماً) في الكبرَى فهو **الشكل الأول**، وعكسه **الشكل الرابع**؛ وإذا كان محمولا (أو تاليا) فيهما معا فهو **الشكل الثاني** وعكسه **الشكل الثالث**. وتُسَمَّى المقدمتان، باعتبار كيفهما وكمهما، **ضربا**. والمقدر في كل شكل ستة عشر ضربا، منها المنتج ومنها العقيم. ولا يكتفي الكاتب بتقديم الأشكال والضروب، بل يبرهن على انتاجية المنتج منها وعلى عقم العقيم. والسنوسي واعٍ بأن مناطقةً قبله (مثل الغزالي وابن سينا والفرابي وغيرهم) أسقطوا الشكل الرابع. ولكن، رغم ذلك فقد اهتم به وقدّم تعريفَه وضروبه المنتجة والعقيمة، وفيما يلي الجدول الذي وضعه السنوسي لتلخيص الأشكال الأربعة وضروب كل شكل منها (ص 159) : .

أشكال القياس وضروبه حسب ورودها عند السنوسي (ص 159)

ت = منتج   ع = عقيم

الشكل الأول	الشكل الثاني	الشكل الثالث	الشكل الرابع
كل جـ ب وكل ب أ (ت)	كل جـ ب وكل أ ب (ع)	كل ب جـ وكل ب أ (ت)	كل ب جـ وكل أ ب (ت)
كل جـ ب وبعض ب أ (ع)	كل جـ ب وبعض أ ب (ع)	كل جـ ب ولا شيء من جـ أ (ت)	كل ب جـ ولا شيء من أ ب (ت)
لا شيء من ب جـ وكل ب أ (ع)	لا شيء من ب جـ وكل أ ب (ت)	كل جـ ب وبعض جـ أ (ت)	كل ب جـ وبعض أ ب (ت)
لا شيء من جـ ب وبعض ب أ (ع)	لا شيء من جـ ب وبعض أ ب (ع)	كل ب جـ وليس بعض ب أ (ت)	كل ب جـ وليس بعض أ ب (ع)
بعض جـ ب وكل ب أ (ت)	بعض جـ ب وكل أ ب (ع)	لا شيء من ب جـ وكل ب أ (ع)	لا شيء من ب جـ وكل أ ب (ت)
بعض جـ ب وبعض ب أ (ع)	بعض جـ ب وبعض أ ب (ع)	لا شيء من ب جـ ولا شيء ب أ (ع)	لا شيء من ب جـ ولا شيء من أ ب (ع)
ليس بعض جـ ب وكل ب أ (ع).	ليس بعض جـ ب ولا شيء أ ب (ع)	لا شيء ب جـ وبعض ب أ (ع)	لا شيء من ب جـ وبعض أ ب (ع)
ليس بعض جـ ب وبعض ب أ (ع)	ليس بعض جـ ب وبعض أ ب (ع)	لا شيء ب جـ وليس بعض ب أ (ع)	لا شيء من ب جـ وليس بعض أ ب (ع)
كل جـ ب ولا شيء ب أ (ت)	كل جـ ب ولا شيء أ ب (ت)	بعض ب جـ وكل ب أ (ت)	بعض جـ جـ وكل أ ب (ع)
كل جـ ب وليس بعض ب أ (ع)	كل جـ ب وليس بعض أ ب (ع)	بعض ب جـ ولا شيء من ب أ (ت)	بعض ب جـ ولا شيء من أ ب (ت)
لا شيء ب جـ ولا شيء ب أ (ع)	لا شيء جـ ب ولا شيء أ ب (ع)	بعض ب جـ وبعض ب أ (ع)	بعض ب جـ وبعض أ ب (ع)
لا شيء جـ ب وليس بعض ب أ (ع)	لا شيء جـ ب وليس بعض أ ب (ع)	بعض ب جـ وليس بعض ب أ (ع)	بعض ب جـ وليس بعض أ ب (ع)
بعض جـ ب ولا شيء ب أ (ت)	بعض جـ ب ولا شيء أ ب (ت)	ليس بعض ب جـ وكل ب أ (ع)	ليس بعض ب جـ وكل أ ب (ع)
بعض جـ ب وليس بعض ب أ (ع)	بعض جـ ب وليس بعض أ ب (ع)	ليس بعض ب جـ ولا شيء ب أ (ع)	ليس بعض ب جـ ولا شيء أ ب (ع)
ليس بعض جـ ب ولا شيء ب أ (ع)	ليس بعض جـ ب ولا شيء أ ب (ع)	ليس بعض ب جـ وبعض ب أ (ع)	ليس بعض ب جـ وبعض أ ب (ع)
ليس بعض ب جـ وليس بعض ب أ (ع)	ليس بعض جـ ب وليس بعض أ ب (ع)	ليس بعض ب جـ وليس بعض أ ب (ع)	ليس بعض ب جـ وليس بعض أ ب (ع)

لم يَخْرُج السنوسي في هذا عن التقليد الإسلامي. واكتفى بالإحالة على السرّاج الذي اعتبر أضرب الشكل الرابع المنتجة سبعة. ويحيل أيضا على الكاتبي الذي أضاف ضربا ثامنا من الأضرب المنتجة للشكل الرابع. ثم يُحيل كذلك على صاحب **الإيضاح** الذي زاد هو الآخر ضربا. وينبه الكاتب أنه، في رسم الجدول أعلاه، لم يأخذ بعين الإعتبار إلا كم القضايا وكيفها. أما إذا تم اعتبار الجهة وتركيباتها فسوف نحصل على شروط زائدة. ولكن السنوسي يعرض عن ذكرها لما فيها من الطول والتشعيب وقلة الاستعمال.

وبعد تصنيف ضروب الأشكال التي أوردناها، ينتقل الكاتب إلى الحديث عن القياس الشرطي. وفي هذا الصدد يكتفي بالإحالة على الخونجي وابن سينا وابن عرفة والفارابي وأثير الدين الأبهري. وبانتهاء الحديث عن القياس الشرطي ينتهي الكتاب الذي نحن بصدد قراءته.

خلاصة :

مما تقدم نستنتج أن السنوسي لا يختلف عن باقي المناطقة الإسلاميين فيما يخص موضوع المنطق. فهم جميعا قسّموه تقسيما ثنائيا إلى تصورات وتصديقات. وهو تقسيم ظهر لأول مرة عند الفارابي. ثم انتقل من خلال ابن رشد إلى الفلاسفة اللاتين. واهتم كذلك السنوسي، على غرار الفلاسفة الإسلاميين، بنظرية التعريف. وبحث بشكل مفصل في اللفظ وعلاقته بالمعنَى. ولكن الذي يميز السنوسي عن باقي المناطقة الإسلاميين هو كونه اهتم أكثر بالقضايا وتقابلاتها. وأفرد لها، كما قلنا، فصلا استغرق أكثر من نصف الكتاب. واهتم اهتماما خاصا بالقضايا الموجهة. أما فيما يخص القياس فقد تناول السنوسي كل أشكاله بما في ذلك الشكل الرابع الذي تعوّد المناطقة الإسلاميون إسقاطَه. واعتبرَ ضُروبه المنتجةَ أربعة فقط. وفيما يخص الكليات الخمس، التزم السنوسي بالتقليد الإسلامي : وهو تقليد لم يخرج عمّا جاء في إيساغوجي فورفوريوس، وهو كتاب تُرجم منذ القرن 5م إلى اللاتينية والسريانية، ثم نقل إلى العربية عن طريق السريانية في القرن 7م، على يد أبي عثمان الدمشقي[21].

(21) نعرف أيضا ترجمة عربية أخرى ليحيى بن عدي.

لكن السنوسي لم يُحِل قط على فورفوريوس. بل اكتفى بالإحالة غير ما مرة على شرح أثير الدين الأبهري لإساغوجي فورفوريوس. و لم ينتبه السنوسي في كتابه هذا إلى أن أصالة الإسلاميين في تعاملهم مع الكليات الخمس، التي هي موضوع إيساغوجي، إنما تتمثل في كونهم أثاروا ما سُمي **بمشكلة الكليات** (Problème des Universaux) : هل هي حقائق بذاتها أم مجرد إدراكات ؟ ورغم أصالة وأهمية هذا المشكل فإن السنوسي ليس الوحيد الذي أهمله، بل أغلب المناطقة الإسلاميين قبله وبعدهُ أهملوه أيضا.

أما الطريقة التي عالج بها السنوسي المنطق فتمتاز بالوضوح والدقة وكثرة التبويب والتقسيم والتشجير. ومارس هو الآخر كتابة الملخصات وشرح تلك الملخصات كباقي الإسلاميين. ولكنه، رغم ذلك، حاول التميُّز عنهم في كونه يناقش ويعارض ويصحح ويحكم بالصواب والخطأ على المناطقة الذين اقتبس عنهم أو لخّص لهم. فهو ليس مجرّد مُدَرِّس سلبي للمنطق، وليس مجرد شارح لما قاله غيره. بل حاول التجديد على الأقل في مسألتين : عند حديثه عن النوع، من جهة، وعند حديثه عن القضايا الحملية من جهة ثانية. إن السنوسي واع بهذا التجديد ويصرح به هو نفسُه في كتابه هذا. صحيح أن المؤلِّف لم يخرج كثير عن التقليد الإسلامي، من حيث مضمون المادة. ولكن صحيح أيضا أن للكاتب شخصيةً علمية نتبين من خلالها أنه واثق من معلوماته وأنه متفقه في علم المنطق وليس مجرد شارح أو مدرّس له. وبكتابه هذا أمور كثيرة لاتزال في حاجة إلى بحث دقيق لنتمكن من تحديد مكانة صاحبنا بدقة في تطور المنطق المغاربي عامة والإسلامي خاصة.

فهرست عام للموضوعات
الواردة بكتاب السنوسي

إحالات صاحب الكتاب

أحال السنوسي على كثير من المناطقة والعلماء الذين سبقوه أو عاصروه. لكن، غالبا ما يُهمِل ذكر عنوان كتاب أو كُتب الشخص المحال عليه. كما أنه لا يذكر الصفحة على الإطلاق. وفيما يلي الإحالات التي عثرنا عليها في شرح السنوسي :

— ابن عرفة، [**مختصر في المنطق**]، ص 5، 14، 125، 147، 168.

الخُوَنجي، **الجمل**، ص 14، 52، 63، 123، 125، 141، 162.

أثير الدين الأبهري، [**إسياغوجي في المنطق**]، ص 14، 72، 147، 169.

ابن الحُباب [؟]، ص 14.

الشيخ [؟]، ص 14.

أهل الحق [؟]، ص 22، ويستثني الكاتب من أهل الحق الفلاسفة لأنهم يقولون بوجود ظواهر لا أول لها.

الفارابي [؟]، ص 51.

ابن سينا [؟]، ص 51، 105، **الشفاء**، 128، 139، 162.

الاسكندر [الافروديسي]، [؟]، ص 51.

أرسطاطاليس [؟]، ص 51.

ابن رشد الحفيد [؟]، ص 51.

الزركشي [؟]، ص 76.

الفخر [فخر الدين الرازي] [شرح الإشارات والتنبيهات]، ص 90.

ابن مرزوق أبو عبد الله محمد، ص 97.

السراج [؟]، ص 123، 160.

الكاشي [زين الدين] [المنهج المبين]، [مقدمة في الحكمة والمنطق]، ص 123.

ابن واصل [الحموي]، [**شرح مختصر الخُوَنجي**]، ص 123، 146.

الكاتبي [القزويني]، [**الرسالة الشمسية**]، ص 160.

صاحب الإيضاح [؟]، ص 160.

الفِرائي [؟]، ص 139.

الغزالي [؟]، ص 139.

السهروردي، [**كتاب التلويحات**]، ص 145.

ابن الحاجب [؟]، ص 148.

الإصبهاني [؟]، ص 149.

الفارابي [؟]، ص 168.

بعض المحققين، ص 169.

عروض باللغة الفرنسية

الأمر على ذلك، لأنه متى وجب شيء وجب بوجوده ما هو أقدم منه قدمة طبيعية، وليس متى وجب الأقدم كان اضطرارا أن يجب بوجوده ما هو دونه في القدم، مثل الإنسان والمغني، فإن الإنسان أقدم من المغني، ومتى وجب مغني وجب أن يكون إنسانا، وليس باضطرار متى وجب إنسان فلابد من مغني. وكذلك أيضا متى وجب في الهندسة أن يقال مثلث ومربع وذو ثمان قواعد أو خمسة عشرة قاعدة، فقد وجب بذلك صناعة العدد، لأن الثلاثة والأربعة من الحساب، ولم توجد صناعة الهندسة خالية من الأعداد التي تجب بوجوبها اضطرارا، فإنه لا سبيل إلى أن يقال مضاعف ثلاث مرات» [ابن هيدور].

B. Texte sur la discussion de l'infini

«فإن قيل : كيف يفهم عدم نهاية العدد، مع أنه موجود في العالم، والعالم متناهي، ودخول مالا نهاية في المتناهي محال ؟ قيل : عدم نهاية العدد إنما هو في الذهن خاصة، لا في الخارج، فهو من النسب الذهنية، ولا تأثُّر لها بِنَسَبِ الخارج، لأنها صُوَرٌ روحانية غير موجودة للحواس الخارجية. إن قيل : لا فرق بين الخارجي والذهني في نهاية العدد، وما يلزم في الخارج من المحال على عدم نهايته يلزم الذهن، لأن العدد في الخارج واقع على المعدودات لقيامها به وحاجتها إليه، ومعدودات الخارج متناهية، لأن العالم متناهي، فيلزم من ذلك نهاية العدد في الخارج لقيامه بالمتناهي، وكذلك يلزم في الذهن، لأنه قائم بنفس الإنسان الجزئي، ونفس الإنسان الجزئي متناهية، ويستحيل أن يحيط المتناهي بغير المتناهي، فلا يلزم عدم نهايته لا في الذهن ولا في الخارج. والجواب عن هذا أن يقال : ما ذكر صحيح، وإنما كان عدم تناهي العدد بالقوة، لا بالفعل، لأن في قوَّته لا يتناهى، وإنما ظهر تَناهيه لخروجه بالفعل بواسطة المتناهي لا فعل فاعلة». [ابن هيدور].

C. Extrait de l'introduction de *al-I'tibârât an-nazhariyya fî-l-ahkâm an-nujûmiyya*

«المعتبر في صناعة تقدمة المعرفة أربعة أشياء : القوة الفاعلة، والعلة المؤدية، والعلة الصورية، والعلة التمامية، لأن الصناعة وضع صورة في هيول وإخراجها من العدم إلى الوجود. وظهور الصورة في الهيول إنما يكون بعلله الأربع المذكورة. والمعتبر في التعديل زيج ابن البناء المعول على رصد ابن اسحاق التونسي، وإن كان في زماننا هذا قد ظهر في بعض تقاليده خلل... والمعتبر في الحدود حدود المصريين على ما صح بالتجربة. والمعتبر في قسمة المثلثات وقسمة الوجوه مذهب الأقدمين خلافا لبطليموس والكندي... والمعتبر في الحوادث ستة أشياء : سببها، وما هي، وبمن هي، وفي أي موضع هي، وفي أي زمان، وكم تابث..» [ابن هيدور].

والثالث علم الكون والفساد،

والرابع علم حوادث الجواهر

والخامس علم المعادن

والسادس علم النبات

والسابع علم الحيوان

وكل هذه العلوم متعلقة بالمادة.

ـــ وعلم لا تفتقر معلوماته إلى مادة في الذهن فقط وتفتقر إليها في الخارج، وهو العلم الرياضي والعلم الأوسط. وهو على أربعة أنواع:

الأرتماطيقى، وهو معرفة ماهية العدد وكمية أنواعه وخواص تلك الأنواع وكيفية نشأتها من الواحد وما يعرض فيها من المعاني إذا أضيف بعضها إلى بعض.

والثاني الجاومطريقي وهي الهندسة، وهي النظر في المقادير إذا أضيف بعضها إلى بعض، وكيفية مبدئها من النقطة التي هي رأس الخط.

والثالث الأسطرونوميا، وهو علم النجوم، وهو معرفة كمية الكواكب والأفلاك والبروج، وكمية أبعادها ومقادير أجرامها وكيفية تركيبها وسرعة حركاتها وكيفية دورانها وماهية طبائعها وكيفية دلائلها على الكائنات قبل كونها.

والرابع الموسيقى الذي هو علم تأليف الأشياء المختلفة الجواهر المتباينة الصور المتضادة القوى المتنافرة الطباع كيف تجمع ويؤلف بينها كيما لا تتنافر وتتألف وتتحد وتصير شيئا واحدا وتفعل فعلا واحدا أو عدة أفعال.

ولكل نوع من هذه الأنواع فروع يتفرع إليها، فانظرها في موضعها. فقد استبان أن علم الحساب هو العلم الأول من العلم الأوسط، وذلك ماأردنا بيانه.

الفصل الرابع في بيان أن علم الحساب أقدم العلوم الرياضية

والدليل على صناعة الحساب أنه أقدم في الطبيعة من غيرها أنها تجعل من هذه العلوم الثلاثة التي هي أصول لها داخل تحت العلم الرياضي بعقود تعقد أنها من غير أن يفقد هو بفقدان شيء منها. فإنه إذا ارتفع العدد غارت المعدودات، وليس إذا غارت المعدودات فقد العدد، مثل قولنا في الحي هو أقدم من الإنسان قدمة طبيعية أنه متى ارتفع الحي فقد الإنسان بارتفاعه، وليس متى فقد الإنسان ارتفع الحي بفقدانه. وكذلك كل شيء هو أقدم من شيء آخر قدمة طبيعية متى ارتفع الأقدم ارتفع بارتفاعه غيره، ولا يرتفع هو بارتفاع شيء مما هو دونه في القدمة. وكذلك إذا عكست القول وجدت

من حيث وقعت في الحركة والسكون والزمان والمكان والتغير لا من حيث مساحته ومقداره، ولا من حيث شكله واستدراكه، ولا من حيث نسبة بعض أجزائه إلى بعض، ولا من حيث كونه فعلا ؟؟؟؟. فإن البصر في الجسم يمكن من هذه الوجوه كلها، ولا ينظر الطبيعي فيها إلا من حيث تغييرها واستحالتها فقط.

وأقول إن تلخيص ذلك هو أن تقول إن العلوم وإن كثرت لا تخلو من ثلاثة أشياء :

ـ علم لا تفتقر معلوماته إلى مادة البتة بوجه من الوجوه الوجودية الذهنية أو الخارجية، وهو العلم الإلهي المنقسم إلى خمسة أنواع :

أوله معرفة الباري عز وجل وصفة وحدانيته، وكيف هو علة الموجودات وخالق المخلوقات.

والثاني علم الروحانيات، وهو معرفة الجواهر العقلية العلامة الفعالة التي هي ملائكة الله عز وجل وخالص عباده، وهي الصورة المجردة من الهيولي المستعملة الأجسام المظهرة لها، ومنها أفعالها ومعرفة كيفية ارتباط بعضها ببعض، وفيض بعضها على بعض. وهي أفلاك روحانية محيطات بالأجسام الجسمانية.

والثالث علم الجواهر النفسانية، وهي معرفة النفوس والأرواح السارية في الأجسام الفلكية والطبيعية من لدن فلك المحيط إلى منتهى مركن الأرض، ومعرفة كيفية دورانها للأفلاك وتحريكها للكواكب وترتيبها للحيوان والنبات وحلولها في جثث الحيوانات وكيفية انبعاثها بعد الموت، وكيف تديرها المسايسات.

والرابع علم السياسات، وهي عندهم خمسة أنواع : أولها السياسة النبوية، والثاني السياسة الملوكية، والثالث السياسة العامة، والرابع السياسة الخاصة، والخامس السياسة الذاتية.

والخامس علم المعاني، وهو معرفة ماهية النشأة الأخذة وكيفية انبعاث الأرواح من ظلمة الأجساد وانتباه النفوس من طول الرقاد وحشرها يوم المعاد وقياسها على السراط المستقيم وحشرها لحساب يوم الدين ومعرفة كيفية جزاء المحسنين وعذاب المسيئين.

ـ وعلم تفتقر معلوماته إلى مادة ولا وجود إلا به، كالعلم الطبيعي المنقسم إلى سبعة أنواع :

الأول علم المبادىء الجسمانية، وهي معرفة خمسة أشياء : الهيولي، والصورة، والزمان، والمكان، والحركة، وما يعرض فيها من المعاني إذا أضيف بعضها إلى بعض.

والثاني علم السماء والعالم، وهو معرفة ماهية جواهر الأفلاك والكواكب وكميتها وكيفية تركيبها وعلة دورانها.

ANNEXES

A. Texte d'Ibn Haydûr sur la classification des sciences

مقتطف من مقدمة *التمحيص في شرح التلخيص* لابن هيدور التادلي

... وعلم العدد هذا هو العلم الأول من العلم الأوسط من العلوم القديمة. وبيان ذلك أن مراتب العلوم على كثرة فنونها لا تخلو من أحد ثلاثة أشياء :

ــ إما أن تكون موجودة بالحواس الجسمانية التي هي البصر والسمع والشم والذوق واللمس، فيسمى علم هذا الصنف من الموجودات العلم الطبيعي، كالطب وغيره مما لا وجود له إلا مادة.

ــ وإما أن يكون وجودها بالعقل فقط من طريق تأثير المعلوم في المادة وما تركب منها، لا تدركه حاسة جسمانية ولا يتصور له صورة ولا مثال ولا شكل في نفوسنا، إذ لا ارتباط له به ولا استدراك بالمادة بوجه، وذلك كالنفس والعقل والأشخاص الروحانية والمبادىء العقلية وما شاكلها، التي لا يعقل منها غير وجودها فقط. ويسمي الأوائل النظر في هذا الصنف من المعلومات العلم الإلهي.

ــ وإما أن يكون المعلوم غير مفتقر في وجوده إلى مادة يوجد فيها، بل شاركها الحاجة المادة إليه وقوامها بدون ذلك، كالأشكال الهندسية والأعداد والأعظام. وهذا الصنف يسمى العلم الأوسط ويدرك بالعقل المباين للمادة، وله خواص تخصه من نفسه خلوا من المادة المشاركة له. ويوجد أيضا بالحواس الجسمانية من جهة تقويمه للمادة ومشاركته لها. وهذا ينقسم إلى أربعة أقسام هي الأصول :

أولها بالطبع علم الحساب، والثاني علم الهندسة، والثالث علم حركات الأفلاك، والرابع علم تأليف اللحون. وجميعها يقع عليها اسم علم الرياضة. وسيمت كذلك لرياضتها النفس الناطقة إذا وقعت عليها واستعدادها لإدراك الحقائق بطريق البرهان، فتقوى عند ذلك على فهم العلم الأعلى، أعني الإلهي، والعلم الأسفل، أعني الطبيعي. وسميت أيضا بالعلم الطبيعي الأوسط، لتوسطها بين العلم الإلهي الذي لا يشارك مادة ولا يتمثل لها، وبين العلم الطبيعي الذي لا وجود له ألا في مادة، مثل الحرارة والبرودة والرطوبة واليبوسة وسائر الطبيعيات. فمن أحكم العلم الأوسط سهل عليه علم الطرفين.

وذكر الغزالي رحمه الله أن العلم الذي يتولى النظر فيما هو بريء عن المادة بالكلية هو الإلهي، والذي يتولى النظر فيما بريء عن المادة في الوهم دون الوجود هو الرياضي، والذي يتولى النظر في المواد المعينة هو الطبيعي. وموضوع علم الطبيعة أجسام العالم

A côté des arguments présentés ci-haut pour justifier l'étude des mathématiques, Ibn Haydûr en cite d'autres, notamment ceux d'ordre religieux ou utilitaire.

3.2. Nature des démonstrations mathématiques chez Ibn Haydûr

Contrairement à Ibn al-Bannâ' et à la plupart des autres commentateurs, Ibn Haydûr recourt très souvent au langage géométrique pour démontrer des propriétés algébriques, en citant explicitement quel livre des Eléments d'Euclide il utilise. Ainsi, le *Tamhîs* est un ouvrage qui rompt avec la tradition algébrique maghrébine, par ses recours fréquents à la géométrie comme cadre de démonstration. Nous n'avons pas critiquer ni à louer ce retour à la géométrie. Nous en retenons cependant un aspect important : le souci de rigueur chez Ibn Haydur, et le besoin qu'il ressent de démontrer les résultats qu'il énonce et de justifier les procédés qu'il expose, au lieu de seulement viser à les faire comprendre au moyen d'exemples, comme feront tous ses contemporains et successeurs.

Ibn Haydûr propose des exemples, mais sans abus. Il utilise également de façon modérée la symbolique algébrique maghrébine. Le commentaire d'Ibn Haydûr fut souvent utilisé par les mathématiciens maghrébins, notamment par Ibn Ghâzî dans sa *Bughya*. Ce dernier auteur en reprend parfois des parties intégrales sans citer Ibn Haydûr. C'est le cas des discussions sur l'infini.

Dans un autre livre, *al-I^ctibârât an-nazhariyya fî-l-ahkâm an-nujûmiyya*, sur l'astrologie, Ibn Haydûr nous démontre l'étendue de son savoir et la profondeur de sa pensée. Il témoigne de sa connaissance de la philosophie d'Aristote, et de celle d'al-Kindi, de l'astronomie de Ptolémée, et de celle d'Ibn al-Bannâ' dont il signale une faiblesse dans les tables astronomiques apparue à son époque (voir annexe C).

Bref, devant Ibn Haydûr, nous sommes en présence d'un grand savant dont les oeuvres et la pensée méritent d'être étudiées et connues de tous.

Ouvrages utilisés :

Ahmad Baba at-Tunbuktî *al-ibtihâj*, p. 207 ;

Ibn al-Qâdi : a) *Durrat al-hijâl fî ma^crifat asmâ' ar-rijâl* 3:249 ; b) *Jadhwa al-iqtibâs* ;

Ibn Haydûr at-Tâdilî : a) *At-Tamhîs fî sharh at-Talkhîs ;* ms. BG : G 112 ; b) *al-^cIbârât an-nazhariyya fî-l-ahkâm an-nujûmiyya* (Rabat : BG : D 2060 et D 2147 ; Escurial : 911,3 ; 2196,3).

Ikhwân as-Safâ : *Rasâ'il* (tome 1)

l-Fârâbî : *Ihsâ' al-^culûm*

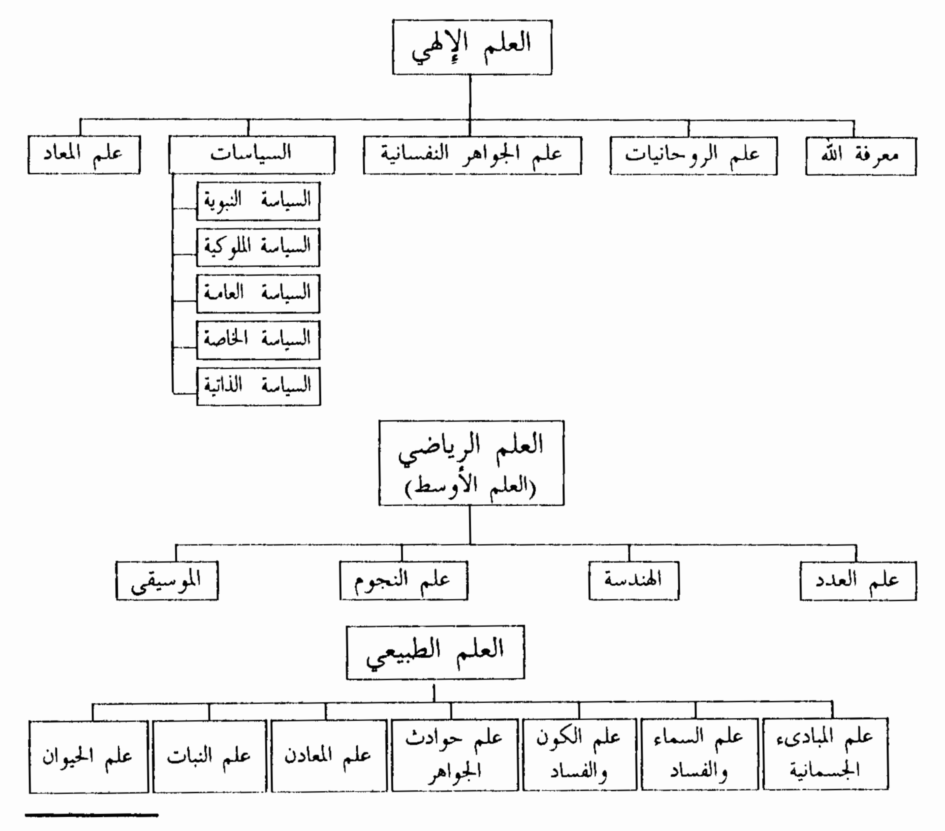
Lamrabet, Driss : a) *Introduction à l'histoire des mathématiques maghrébines.* Rabat, 1994 ; b) *Madkhal Ilâ târîkh ar-riyyadiyyat bil-Maghrib al-^cArabî* (traduction du précédent ; en préparation).

Nuwayhid, ^cAdil : *Mu^cjam a^c.lâm aljazâ'ir* p. 122].

— Les mathématiques sont ainsi appelées parce qu'elles exercent l'âme pensante (النفس الناطقة) qui s'en imprègne (إذا وقعت عليها) et la préparent à saisir les vérités par voie démonstrative : سميت كذلك لرياضتها النفس الناطقة إذا وقعت عليها واستعدادها لإدراك الحقائق بطريق البرهان.

— Elles constituent un intermédiaire entre le sensible et le rationnel : سميت أيضا بالعلم الطبيعي الأوسط، لتوسطها بين العلم الإلهي الذي لا يشارك مادة ولا يتمثل لها، وبين العلم الطبيعي الذي لا وجود له إلا في مادة،

Voici le schéma de la classification[1] telle que citée par Ibn Haydûr :



(1) Signalons que le problème de la classification des sciences préoccupa de nombreux savants maghrébins. Citons par exemple :

Ibn Rashiq at-Taghlabi : Abu ᶜAli al-Husayn b. ᶜAtiq. b. Rashiq as-Sabti (XIIIème siècle) [voir Durra, 1:244 : Jadhwa, 1:180] ; il proposa une classification dans une épître du manuscrit Q416 de Rabat. Un autre savant, l'Algérien Abu ᶜAbd Allah M. b. Sulayman b. ᶜAbd al-Haqq al-Yaᶜmurî [al-Yafranî ?] al-Battu'i at-Tilimsînî an-Nadrûmî (536 ou 537-625H/1240 ou 1241-1227), composa deux ouvrage sur cette question : «Al-Faysal al-jâzim fî fadîlat al-ilm wa-l-ᶜâlim, fî marâtib al-ᶜulûm» et «Al-Iqnâ' fî kayfiyyat as-samâ'». Ces titres sont malheureusement encore perdus. Nous avons cependant la chance de pouvoir juger globalement de la classification proposée, puisqu'Ibn ᶜAbd al-Malik nous reproduit un passage très intéressant d'«al-Iqnâ'». [Dhayl, 8:317 ; 1:114].

intermédiaires selon la division antique des sciences». L'auteur rappelle que, dans leur diversité, les sciences se laissent diviser en trois catégories :

— celles dont l'objet est accessible aux sens (corporels) que sont la vue, l'ouïe, l'odorat, le goût et le toucher. Ce sont les sciences naturelles (Physique) ;

— celles dont l'objet n'existe que par la raison par voie d'influence du connu sur la matière et ce qui la constitue (وإما أن يكون وجودها بالعقل فقط من طريق تاثير المعلوم في المادة وما تركب منها). Cet objet n'est pas accessible aux sens (corporels), ne possède ni forme, ni modèle ni image dans notre esprit, puiqu'il n'a aucun lien ni rapport avec la matière. Tels sont l'âme, la raison, les êtres spirituels, les principes rationnels et les choses analogues.

Ces sciences constituent la Métaphysique ;

— celles dont l'objet n'a pas besoin, pour exister, de matière le comprenant, tels les figures géométriques et les nombres, qui sont accessibles par la raison, distincts de la matière, et qui ont des propriétés spécifiques indépendantes de la matière qu'ils représentent. Ce sont les sciences intermédiaires.

(وإما أن يكون المعلوم غير مفتقر في وجوده إلى مادة يوجد فيها بل شاركها الحاجة المادة إليه وقوامها بدون ذلك كالأشكال الهندسية والأعداد والأعظام).

«Elles s'appellent *sciences mathématiques* (العلوم الرياضية) (...). Elles ont été appelées ainsi en raison de leur aptitude à exercer l'âme pensante (...)». Ibn Haydûr en rappelle les quatre parties : la science du calcul *(ʿilm al-ḥisâb)*, la géométrie, l'astronomie et la musique (science de l'harmonie : علم التاليف).

L'objectif de ce savant dans la présentation de cette classification (voir plus loin) est de mettre en évidence l'importance de la place qu'y occupent les mathématiques. Il l'utilise aussi pour montrer que la science du nombre est la plus ancienne parmi les autres sciences mathématiques, et ce en recourant à un principe de classification qui rappelle curieusement celui d'Auguste Comte (1798-1857). Notre savant adopte en effet comme principe de classification la dépendance d'une science des concepts de celle qui la précède. Ainsi, par exemple, selon Ibn Haydûr, l'arithmétique précède la géométrie, car celle-ci dépend du nombre ; l'astronomie dépend de la géométrie car elle en utilise les concepts, et ainsi de suite. Pour bien marquer cette analogie avec Comte, nous reproduisons un passage du célèbre sociologue : «Il est possible de les [les sciences] classer en un petit nombre de telle manière que l'étude de chaque catégorie soit fondée sur la connaissance des lois principales de la catégorie précédente, et devienne le fondement de la suivante». (A. Comte, *Cours de philosophie positive*, 2ᵉ leçon, Aubier, p. 119).

Notre savant épouse la pensée des frères de la Pureté *(Ikhwân as-Safâ*, vers 983) et recourt, comme on l'a vu, à leur classification des sciences pour faire ressortir l'importance de la place qu'y détiennent les mathématiques comme moyen de rechercher les vérités. Pour Ibn Haydûr :

— Le nombre est le fondement de la philosophie (عنصر الحكمة)

9) *Sharh mîmiyyat Ibn Sînâ'* (Rabat : G 162).

10) *Al-maqâla al-hakîmiyya fî-l-amrâd al-wabâ'iyya* (ms. n°138 de la Fondation Allal al-Fassi ; 12 feuillets).

Astrologie :

11) *al-I^ctibârât an-nazhariyya fî-l-ahkâm an-nujûmiyya* (ms. Rabat : BG : D 2060 et D 2147 ; Escurial : 911,3 ; 2196,3).

Numérologie :

12) *Bahjat al-ishrâq fî sinâ^cat al-awfâq* (ms de la Bibliothèque Générale de Rabat).

III. QUELQUES TRAITS DE LA PENSEE MATHEMATIQUE D'IBN HAYDUR A TRAVERS SON LIVRE *AT-TAMHIS*

3.1. Place des mathématiques parmi les sciences et but de leur étude

Le Tamhîs التمحيص في شرح التلخيص est un commentaire de l'ouvrage mathématique At-Talkhîs d'Ibn Al-Bannâ'. Il en existe plusieurs copies manuscrites. La meilleure selon nous est celle de la Bibliothèque Générale de Rabat portant numéro G 112. C'est un volume relié, maroquin rouge, de 255 pages numérotées au crayon et provenant du fonds de Glaoui. L'écriture est maghribî très soignée, polychrome, avec des ornements. Les figures géométriques sont soigneusement dessinées, les noms des parties géométriques (tels que points, segments) sont en rouge.

Ibn Haydur commence par fournir la biographie d'Ibn al-Bannâ', en mentionnant sa conduite, ses relations avec son entourage, ses professeurs, et cite certaines de ses oeuvres. Il s'appuie dans ce qu'il rapporte sur ce que lui avait raconté son professer Abû Zayd ^cAbd Ar-Rahmân b. Sulaymân al-Lujâ'î ([1] Disciple d'Ibn al-Banna'. Il mourut en 733H/1371).. Lorsqu'il suivit ses cours à la *médersa* al-^cAttarin de Fès, ainsi que sur ce que lui dit le shaykh sûfî Abû ^cAbd Allâh M. b. Shâtir al-Murrakushî (Savant qui vécut à Tlemcen, Fès, Marrakech et voyagea en Andalousie ; disciple d'Ibdn al-Bannâ' et d'al-Hazmîrî. Il était vivant en 755H/1354 ; voir *Jadhwa* d'Ibn al-Qâdî).

Ibn Haydûr adopte un mode d'exposition très efficace, et marque profondément d'un cachet personnel son commentaire du *Talkhîs*. Il va bien au delà de la simple explication du contenu de celui-ci, notamment en introduisant des sections supplémentaires pour discuter à fond la classification des sciences et la place qu'y occupent les mathématiques. Il consacre une section dans laquelle il justifie l'importance de l'étude de celles-ci. Sa conception des mathématiques laisse entrevoir l'influence des *Ikhwân as-Safâ (Les Frères de la Pureté,* vers 983). L'auteur commence par situer la science du nombre *(ilm al-àdab)* parmi les autres sciences rationnelles en s'inspirant de la classification élaborée par cette secte.

«La science du nombre», dit notre savant, «est la première des sciences

Ibn Haydur At-Tadili, un savant Marocain méconnu

Driss LAMRABET
Faculté des Sciences de l'Education
Rabat

I. BIOGRAPHIE SOMMAIRE D'IBN HAYDUR

Abû-l-Hasan ᶜAlî b. Mûsâ b. ᶜAbd Allâh b. M. Ibn Haydûr at-Tâdilî (m. 816H/1413) est un savant originaire du Tadla, qui grandit à Bougie en Algérie, et s'installa à Fès. Les biographes ne lui consacrérent malheureusement que quelques lignes. Ibn al-Qâdî (m. 1616) et Ahmad Baba at-Tumbuktî (m. 1025H/1627) le présentent comme un personnage très érudit qui avait écrit sur des sujets très variés. Notre savant eut pour maître en mathématiques l'illustre al-Lujâ'î al-Fâsî (m. 773H/1371), disciple d'Ibn al-Bannâ' (1256-1321). Ibn Haydûr parle de lui avec respect chaque fois qu'il l'évoque. A son tour, il forma le grand savant ᶜAbd ar-Rahmân ath-Thaᶜâlibî (1384-1471). En marge du manuscrit D 2147 renfermant l'oeuvre numéro 8 ci-dessous, nous apprenons que l'auteur est décédé à Fès en 816H/1413 suite à une famine qui avait sévi au Maroc et qui emporta de nombreux savants (voir aussi Durra, 3:15 et Nayl).

II. LES ECRITS D'IBN HAYDUR

Mathématiques :

1) *At-tamhîs fî sharh at-Talkhîs* (manuscrits de la Bibliothèque Générale de Rabat : G112, G862, S252, S2425 (acéphale et incomplète) ; Ouezzane : 1188), un commentaire du Talkhîs d'Ibn Al-Bannâ' al-Murrakushî (m. 1321) ;

2) *al-Jâmiᶜ lî usûl ᶜilm al-hisâb* (Tunis : 9722) ;

3) *Risâla fî usûl ᶜilm al-hisâb* (Tunis : 190 R) ;

4) *Idâh sirr al-hisâb* (ms. Vatican : 1403), cité par l'auteur dans le *Tamhîs*.

5) *Tuhfat at-tullâb wa umniyyat al-hussâb fî sharh mâ ashkala min Raf al-hijâb* (ms. Vatican : 1403), un commentaire du *Raf al-hijâb*, mentionné par l'auteur et par Ibn al-Qâdî (Durra, 2:249).

6) *Risâla wajîza jamiᶜa lî usûl sinâᶜat al-misâha*.

7) *Masâ'il fîl-hisâb* (ms. personnel).

Médecine :

8) *Risâla fî mâhiyat al-marad al-wabâ'i (ms.* Rabat : Bibliothéque Hassaniya : 9605. Epitre de 3 feuillets sur les maladies contagieuses) ;

recettes dans lequel des générations d'agronomes auraient puisé une partie de leur enseignement. N'oublions pas aussi que les écrivains agronomiques, quelles que soient leurs nations d'origine, n'hésitaient pas à se copier mutuellement. Par conséquent, tout en gardant ouverte la question des influences indirectes, on peut affirmer, sur la base des résultats de notre comparaison, que la confusion Yûniûs-Columelle n'a plus de raison d'être ou de perdurer. Tout sépare les deux hommes : la langue, les sources citées, les références géographiques, l'approche des phénomènes de la nature, la méthode utilisée, enfin, le style de leurs compositions.

On se demande, à la fin, comment les partisans de la thèse de l'identité ont pu confondre, si longtemps, un agronome de l'âge classique avec un compilateur de basse époque ? Comment un jugement, prononcé sans la moindre expertise il y a plus de deux siècles, a pu tromper la vigilance des critiques et limiter la portée de travaux de recherche par ailleurs intéressants ?

prévaloir d'une invention qui fut connue bien avant lui. Alors comment est-on arrivé à cette fausse attribution ?.

Revenons à Ibn Ḥajjâj qu'il convient de relire dans le texte arabe : «Yûniûs, dit-il, a mentionné également une espèce curieuse de greffe de la vigne. Je n'ai pas vu quelqu'un d'autre la mentionner et il l'a appelée : greffe par térébration, *tarkîb al-taqb»* (Aw., éd. Banquéri, I, p. 414). Notre agronome ne parle nulle part d'invention. Il nous renvoit simplement à l'une de ses sources où il a trouvé, citée pour la première fois, cette sorte de greffe curieuse. On comprend maintenant que pour valider absolument la thèse de l'identité, il était nécessaire d'attribuer à Columelle «l'invention» de la greffe par térébration. Au lieu de douter d'une telle attribution, on a cherché à multiplier les hypothèses en sa faveur.

Pourtant, la solution du problème de l'identification devenait possible dès le moment où les manuscrits de référence étaient publiés (1982). En effet, la lecture du traité d'Anatoliûs aurait pu permettre de découvrir la mention de la greffe par térebration citée par Ibn Ḥajjâj (A, p. 20 ; H, p. 27) et d'explorer davantage l'hypothèse de la filiation directe avec cet auteur. Certes, l'agronome de Séville, qui est au même temps un grammairien reconnu, ne pouvait se satisfaire de la traduction arabe d'Eustache, souvent confuse et médiocre. Il intervient souvent pour en corriger le style et améliorer la lisibilité. Mais, dans l'ensemble, on peut facilement identifier les sources de sa compilation.

La comparaison des titres réservés au marcottage permet de dégager d'autres éléments de différenciation. En effet, Columelle distingue trois sortes de provignage : la première consite à mettre un rameau du pied mère dans une tranchée, la seconde à coucher le pied mère lui même et la troisième à fendre la vigne en deux ou en trois[28]. Yûniûs non seulement ne retient pas la même distinction, mais sa description de la première méthode ne semble pas correspondre dans les détails à l'enseignement de l'agronome latin (H, p. 107). Le chapitre décrivant la taille n'offre pas non plus la similitude attendue : ce qui domine chez Anatoliûs, c'est la crainte du gel. Et cette crainte semble commander le moment de tailler et les modalités d'exécution de l'ensemble de l'opération (H, p. 99 ; Col., Liv. IV, p. 349). Il est possible de formuler les mêmes remarques au sujet du piochage de la vigne (H, pp. 106-107 ; A, p. 49 ; Col. *Les Arbres,* p. 59), de la composition du fumier servant à amender l'arbre déchaussé (H, p. 109 ; Col.; *Les Arbres*, p. 47), de la pratique de l'épamprage (H, p. 108 ; Col. Liv. IV, p. 401), etc., et continuer ainsi à ressortir les points divergents. Mais à quoi bon poursuivre cet exercice en faveur d'une thèse qui est desormais solidement établie ?

Certes, on peut toujours s'acharner à dégager quelques points de simititude en forcant l'interprétation des textes. Les pratiques agricoles elles mêmes peuvent tant se ressembler d'un endroit à l'autre de la Méditerranée qu'on est amené à envisager l'hypothèse de l'existence d'un fond commun d'expériences et de

---

(28) *Ibid.*, pp. 51-52.

de mauvais plants au marché et prévient contre la transplantation de la vigne d'un lieu sec à un lieu humide. Les normes de défonçage qu'il retient varient de deux pieds et demi en plaine à trois pieds en pente[24]. Anatolius ne parle pas de pépinière, mais conseille le sarclage, le dépierrage et le labour de la terre à vigne (A, p. 16). Le transfert des ceps de plaine en montagne ou le contraire lui paraît fécond et productif (A, p. 13). Quant aux normes de défonçage, elles sont respectivement de 3 pieds en terrain plat et de 4 pieds en pente (A, p. 10). Les normes de travail sont également différentes (A, p. 11 ; Col. pp. 35-36).

Parlant du choix des boutures, Columelle est d'avis de mettre celles qui ne sont pas aussitôt plantées dans un endroit abrité de la pluie et du vent et de les couvrir (p. 39). Il veut que le sarment du mailleton n'ait pas plus de six yeux et propose un intervalle d'un pied en tous sens entre les boutures (p. 40). Anatoliûs, quant à lui, propose d'enterrer dans une fosse les plants qui ne sont pas utilisés aussitôt coupés (p. 14). Il garde huit yeux pour le sarment du mailleton et une distance de six coudées entre les plants (p. 15).

Au sujet du choix des terres à vigne, Columelle reste fidèle au critère de la texture du sol (p. 41). Par contre, Anatoliûs privilégie comme toujours la couleur du terrain et se distingue par l'éloge de la terre limoneuse d'Egypte qui lui paraît plus adaptée à la vigne (pp. 12-13).

Le thème du greffage fut un thème privilégié par les partisans de la thèse de l'identité. «Ibn Hajjâj, écrit M^{me} Bolens, sait que Junius a inventé la greffe par térébration (insition per terbrationem) traduite en arabe par *taṭᶜîm al-thakb.* On retrouve la greffe par térébration dans les *Géoponiques* et il n'est pas indiqué que Columelle en est l'auteur»[25]. «J'ai comparé quant à moi, ajoute l'auteur récemment, terme à terme Columelle et le Iûniûs d'Ibn al-Awwâm, au chapitre des greffes, les deux textes coincident»[26].

Commençons d'abord par la rectification suivante : Junius Columelle n'a jamais été l'inventeur de la greffe par térébration. Et nous préférons lui laisser la parole pour nous exposer sa contribution : «D'anciens auteurs, écrit-il, sont d'avis que l'on perce la vigne et que l'on enfonce dans le trou les greffons légèrement grattés ; mais nous avons nous mêmes appliqué une meilleure technique à ce procédé ; l'ancienne tarière fait de la sciure et par suite, brûle la partie qu'elle perfore ; or la soudure entre la partie brûlée et les greffons insérées réussit rarement. Nous, en revanche, nous avons adapté à cette greffe la tarière que nous appelons gauloise ; elle creuse sans brûler»[27]. L'auteur, on le voit, est plus modeste que ses épigones. Il ne cherche aucunement à se

---

(24) Columelle, *Les Arbres*, trad. R. Goujard, éd. Les Belles-Lettres, Paris, 1986, pp. 35-36.

(25) L. Bolens, *Agronomes andalous*, op. cit., p. 48.

(26) L. Bolens, «Al-Andalus : la vigne et l'olivier, un secteur de pointe (XI-XIII^{e} siècle)», in *La production du vin et de l'huile en Méditerranée*, éd. M.C. Amouretti et J.P. Brun, Ecole française d'Athènes, Paris, 1993, note 12, p. 425.

(27) Columelle, *Les Arbres*, *op. cit.*, pp. 54-55.

2 - Arboriculture fruitière

Tableau comparatif

Ibn Ḥajjâj et Anatoliûs	Columelle
• Figuier : (A) parle d'une expérience personnelle qui consiste à faire adhérer les graines de figue à un fil et à l'enfouir dans une fosse (H, p. 37). Il recommande aussi l'usage du fumier de volaille pour faire grossir les fruits.	• Col., Liv. V, pp. 83 et 53. Contenu différent.
• Poirier : Yûniûs se préoccupe de l'arbre qui perd ses fleurs (H, p. 43).	• Col., Liv. V, p. 87. L'auteur parle des variétés de poirier et de l'époque de plantation.
• Amandier : (A) privilégie la terre fine et recommande de percer au dessus du pied pour adoucir l'amertume du fruit (H, pp. 40 et 43).	• Col. Liv. V, pp. 83 et 85. L'auteur privilégie le terrain ferme, chaud et sec et recommande de macérer la graine dans de l'eau miellée avant de l'enterrer pour rendre le fruit agréable.
• Pommier : longue description où domine le souci de lutter contre la prolifération des vers et d'obtenir des pommes décorées de dessins et d'écritures (H, p. 38).	• Columelle cite les différentes variétés de pommiers et l'époque de plantation (Liv. V, p. 87.
• Grenadier : A se préoccupe du moyen d'obtenir des grenades sans pépins (H, p. 39 ; A, p. 33).	• Columelle cherche les moyens de corriger l'âcreté des fruits (Liv. V, p. 85).

3 - Oléiculture

En comparant l'ensemble des citations attribuées à Yûniûs par Ibn Ḥajjâj et l'enseignement contenu dans le traité de Columelle, on peut dégager les éléments suivants :

Columelle commence par citer les avantages de l'olivier et distinguer ses différentes espèces (une dizaine). Il se réfère aux coteaux de la Sabine en Italie et à la province de la Bétique. Il privilégie les terrains au sous-sol en gravier, les sols gras et sablonneux et les terres fortes (Col., Liv. V, pp. 65, 67 et 69). En restant à ce niveau de la description, on peut relever que Yûniûs accorde sa préférence aux terres fines de l'Attique et se fonde non pas sur le critère de la texture, mais sur celui de la couleur pour recommander un sol adapté à la culture de l'olivier (H, p. 85). Il apprécie aussi l'air chaud et sec de la Cilicie et des localités voisines en Syrie (H, p. 88). Et dans sa discription des méthodes culturales, il conseille les pratiques des habitants de l'Orient (H, p. 109). Chez lui, l'élevage des plants en pépinière dure trois ans (H, p. 93), alors qu'il est de cinq ans dans l'enseignement de Columelle (liv. V, p. 71).

4 - Viticulture

Un premier niveau de la comparaison permet de relever que les parties réservées à la viticulture ne se ressemblent ni par le nombre de titres retenus, ni par leur disposition à l'intérieur des deux ouvrages, ni par les soins mis à traiter de la matière de chaque article. Columelle paraît ici plus méthodique, plus ordonné. Il recommande la création d'une pépinière pour éviter l'achat

1 - Les cultures potagères

Columelle a réservé tout un livre pour traiter de l'horticulture. La forme choisie est celle d'un poème qui débute par une dédicace à Silvinus et se prolonge par l'exposé du contenu d'un calendrier de jardinier où sont décrits brièvement les travaux horticoles et les réjouissances saisonnières(23). Yûniûs Anatoliûs aborde pour sa part le même thème, mais de manière différente. Sa compilation se distingue de celle de l'agronome romain non seulement par son style, mais aussi par ses sources et le contenu de ses prescriptions horticoles.

Les citations de Yûniûs seront effectuées d'après Ibn Hajjâj (H) et le traité d'Anatoliûs (A).

Tableau comparatif

Ibn Ḥajjâj (H) et Vindanyûniûs Anatoliûs de Berytos (A)	Columelle (Col.)
• Généralités : si l'on excepte la recommandation commune de ne pas établir le potager prés de l'aire de battage, le reste des descriptions est différent, notamment la prescription de l'usage des cendres pour amender les légumes (H, p. 112 ; A, pp. 40-41).	• Col., III, Liv. XI, p. 131. L'auteur décrit le choix de l'emplacement du jardin, le creusement du puit...
• La rue des jardins : description des endroits convenables et de l'époque de sa culture (H, p. 116).	• Description plus développée avec un contenu différent (Col., III, p. 147).
• Oignon : contenu différent aussi bien pour le sol retenu que pour la méthode culturale (H, p. 117 ; A, p. 43).	• Col. III, p. 159.
• Ail : on recommande une terre blanche et meuble. (H, p. 116 ; A, p. 44).	• Col., III, pp. 135 et 139. Contenu différent.
• Artichaut : on ne parle pas de l'usage des cendres recommandé par Columelle (H, p. 120).	• Col., III, p. 145. Contenu différent.
• Choux : on parle de terrain salé et de l'usage de bouse de vache (H, p. 114 ; A, p. 42)	• Col., III, pp. 139 et 141. Plus développé, mais avec un contenu différent.
• Bette : Description différente (H, p. 115).	• Col., III, p. 149.
• Navet : Description différente (H, p. 115).	• Col., III, pp. 161-163.
• Poireau : on cite Démocrite (H, p. 114).	• Col., III, pp. 143-145. Contenu différent.
• Laitue : Description différente (H, p. 114).	• Col., III, p. 141.

(23) Columelle, *De l'Agriculture, Livre X (De l'Horticulture),* trad. E. De Saint-Denis, éd. les Belles-Lettres, Paris, 1969.

les citations attribuées à ce dernier paraissent plus développées et d'un style plus soigné. Mais est-ce une raison suffisante pour les isoler de la première partie du traité d'Ibn Ḥajjâj ou d'en confier la paternité à Columelle ?

Il nous semble que l'existence d'une seconde traduction arabe placée sous le nom de Yûniûs permet de limiter l'aire du doute et de mettre fin à la prolifération des hypothèses. En tout cas, qu'il s'agisse de Yûniûs ou, ce qui revient au même, d'Anatoliûs, nous avons affaire à des agronomes orientaux, originaires de Beyrouth ou d'Alexandrie, porteurs d'une culture grecque et se référant à des localités précises en Egypte, en Syrie, en Cilicie et en Attique. C'est dans ce vivier transmis aux Arabes dès le VIII[ème] siècle, qu'Ibn Ḥajjâj a puisé directement une partie de son enseignement et non pas dans l'encyclopédie agricole de Columelle.

Ces arguments suffisent à séparer le couple Yûniûs-Columelle et à prononcer un divorce qu'on cherchait depuis plus de deux siècles, à reporter pour des raisons essentiellement sentimentales. Comme on l'a fait lors de la querelle sur les origines de l'irrigation en Espagne, on tenait à la fin du XVIII[ème] siècle à placer sous un parasol romain tout l'héritage agronomique arabe véhiculé par l'encyclopédie d'Ibn al-Awwâm qu'on venait de découvrir parmi les fonds manuscrits de l'Escurial. Dans ce contexte favorable à toutes les manipulations, le Yûniûs cité par Ibn Hajjâj était tout indiqué pour assurer la transition forcée vers Columelle dont on commence à revendiquer les origines espagnoles. Quant aux pratiques agronomiques d'*Al-Andalus,* elles ne pouvaient être nourries, selon ces auteurs, que par le génie du même agronome qui est à la fois romain et natif de Cadix.

Ce qui est regrettable, ce n'est pas le comportement des premiers traducteurs espagnols dont on peut excuser l'ignorance. Mais, c'est celui de commentateurs modernes qui continuent à cultiver le doute, malgré le progrès de l'édition des nouveaux textes agronomiques et l'élan en faveur de la récupération de l'héritage commun d'*Al-Andalus*.

IV. Y a t'il une filiation directe entre Yûniûs Antoliûs et Columelle ?

C'est la seconde étape de notre démarche. Elle qui consiste à comparer les textes attribués à Yûniûs ou à Anatoliûs avec le contenu du traité d'économie rurale de Columelle. Relevons au passage la grande affinité qui existe entre les *Géoponiques* et l'enseignement d'Ibn Ḥajjâj. Cette correspondance s'explique par le fait que les deux compilateurs ont puisé dans une même source : à savoir le traité agronomique de Vindanyûniûs Anatoliûs de Berytos. Cet air de famille que permet l'usage de références communes manque dans la comparaison avec l'enseignement de Columelle qui semble relever d'une autre école et appartenir à une aire géographique et culturelle différente. Pour s'en convaincre, nous avons regroupé les comparaisons suivant la nature des opérations culturales : cultures potagères, arboriculture fruitière, oléiculture et viticulture.

Au lieu de poursuivre cette confrontation des textes page par page, on propose de regrouper le résultat de notre démarche dans le tableau comparatif suivant :

Tableau de concordance des citations

Kitâb al-Muqni' **d'Ibn Ḥajjâj (464/1073)**	***Kitâb Filâḥat al-Arḍ*** **de Vindanyûniûs Anatoliûs de Berytos (IVe siècle)**
• «Choix des semences», citation d'Apûlius, p. 12.	• «Sélection des bonnes semences», p. 24.
• Citation de Démocrite au sujet de la protection des végétaux, p. 12.	• Même citation, p. 25.
• «Choix des terres pour l'établissement des vignes», pp. 18-19	• Même citation (p. 13) qui peut servir de modèle aux emprunts textuels.
• «Choix des plants de vigne», p. 19.	• Même citation, p. 14.
• «Manière d'effectuer les plantations», p. 20.	• Même citation, p. 13.
• «Epoque de plantation», p. 21.	• Même citation, p. 14.
• «Déchaussage des vignes», p. 23 et 24.	• Même citation, p. 16.
• «Les vignes qui ne fructifient pas», p. 25.	• Même citation, p. 17.
• «Les vignes qui perdent leur humidité», p. 26.	• Même citation, pp. 17-18.
• «La greffe des vignes», p. 27.	• Ce titre est ici confus (p. 20) et a probablement souffert de la mauvaise traduction d'Eustache. Ibn Hajjâj, tout en gardant le contenu du texte original, l'a corrigé et rendu lisible.
• «Plantation du figuier», p. 37.	• Même citation, p. 32.
• «Conservation des fruits», pp. 48-49.	• Même citation, p. 36.
• Lutte contre les maladies des arbres», p. 50.	• Même citation, p. 38.
• Plantation des oliviers», p. 53.	• Même contenu, mais sans ordre, p. 38.
• «Olive vinaigrée», p. 57.	• Même recette, p. 52.
• «Cultures potagères», p. 57.	• Même contenu, p. 41.
• «Calendrier des travaux pour chaque mois», pp. 64-66.	• Même contenu, pp. 28-30.
• «Apiculture». p. 67.	• Contenu plus réduit, p. 62.
• «Elevage de pigeons», p. 70	• Contenu plus réduit, p. 64.
Remarque : A partir de la page 85, Ibn Hajjâj commence à citer la seconde traduction arabe exécutée sous le nom de Yûniûs.	
• Recommandation de ne pas utiliser l'engrais à base de matière fécale pour amender les oliviers, p. 94.	• Même recommandation, p. 38.
• «Taille des vignes», pp. 98-99.	• Même époque de taille et mêmes précautions contre le gel, pp. 16 et 18.
• «Déchaussage de la vigne», pp. 106-107.	• Idées résumées, p. 16.
• «Culture des plantes potagères», p. 112.	• L'ensemble de ce titre concorde avec l'enseignement d'Anatoliûs, y compris la recommandation d'utiliser les cendres pour amender les cultures potagères et qui a fait l'objet d'une critique sévère de la part d'Ibn Hajjâj (cf. pp. 40-41).

Nous n'avons fait figurer dans ce tableau que les renvois qui indiquent des emprunts textuels et qui peuvent constituer une illustration de l'art de la compilation au Moyen-Age. Une fois la comparaison effectuée, il ne subsiste plus aucun doute sur l'identité de l'auteur qui a servi de modèle à Ibn Ḥajjâj et qui est cité tantôt sous le nom d'Anatoliûs, tantôt sous celui de Yûniûs. Certes,

anciens écrivains grecs dont Columelle a reproduit la liste des noms et des références. D'ailleurs, cette piste tant de fois explorée n'a fait, jusqu'à présent, qu'égarer les chercheurs. Et il convient de rappeler à ce sujet les remarques déjà anciennes de M. De Raynal (1874) au moment où il étudiait l'éventualité d'une influence des agronomes classiques sur les auteurs plus tardifs des *Géoponiques* :

«sans doute, dit-il, on les considérait comme surannés, et ils avaient perdu leur autorité et leur vogue, ainsi qu'en France les *Maisons Rustiques* se sont remplacées, les plus nouvelles faisant oublier les anciennes»[20].

Les sources auxquelles se référaient les agronomes andalous ne nous paraissent pas remonter à une si haute antiquité. Elles sont certainement plus récentes et furent compilées dans un laps de temps assez court (III-IV[e] siècle), mais considéré généralement comme étant une période de renaissance des traités d'agriculture écrits en grec[21].

Par conséquent, Ibn Hajjâj qui écrivait à Séville au XI[ème] siècle, n'avait besoin de connaître ni le grec, ni le latin pour accéder à un héritage passé en arabe quelques siècles plus tôt. Quant à l'oeuvre de Columelle, elle fut ignorée en Europe même et il faudra attendre l'invention de l'imprimerie pour la sortir de l'oubli[22].

Une fois identifié le Yûniûs d'Ibn Ḥajjâj, essayons de voir comment notre auteur a utilisé sa source étrangère ?

Pour arriver à des résultats concluants, il convient de partir des manuscrits originaux traduits ou écrits en langue arabe, en l'occurrence *Kitâb al-Muqni*[c] *(Le Livre Convaincant)* d'Ibn Hajjâj et *Kitâb Filâḥat al-Arḍ (Livre de la culture de la terre)* de Vindânyûnûs Anatolius de Berytos. Le choix de ce point de départ nous placera sur un terrain neutre et nous permettra de comparer les textes dans leur langue d'origine en évitant les pièges de la traduction. Il va sans dire qu'un tel exercice demande une bonne connaissance de l'arabe pour comprendre le sens du travail des compilateurs et leur comportement vis-à-vis des ouvrages compilés.

Prenons donc le traité d'Ibn Ḥajjâj, ouvrons celui d'Anatoliûs et essayons la comparaisons des deux textes.

Sous le titre «choix des engrais», l'auteur parle de l'utilité des fumiers pour tous les sols et également pour la terre noire. Quant au terrain gras, il ne nécessite pas trop de fumure (Ibn Ḥajjâj, p. 10). En se reportant au traité d'Anatoliûs, on trouve le même texte avec les mêmes termes (p. 26).

---

(20) M. De Raynal, «Etude sur les Géoponiques», in *Assoication de l'Ecouragement des Etudes grecques en France*, 8, 1874, p. 112.

(21) Sur cette renaissance, cf. J. L. Teall, «Byzantine agricultural tradition», in *Dumbaton Oaks Papers*, 29, 1971 ; G. Hentz», Les sources grecques dans les écrits des agronomes latins», in *Ketma*, 4, 1979 ; M. De Raynal, *art. cit.*

(22) C. Beutler, «La littérature agricole en Europe au XVI[ème] siècle, in *Annales Economie, Sociétés et Civilisations*, 1973.

On peut en douter. En tout cas, il ne sera pas le seul à être égaré. Le compilateur byzantin des *Géoponiques* utilisera lui aussi cette source sous trois dénominations séparées : Vindânyûniûs, Anatoliûs et De Berytos ![17] Mais grâce au témoignage de Photius, on peut facilement comprendre l'origine de la méprise.

Ibn Ḥajjâj a donc connu les deux versions arabes du livre d'Anatoliûs : la première, plus abrégée et de traduction défectueuse confirmant ainsi le classement d'Eustache parmi la catégorie des traducteurs médiocres ; et la seconde, plus soignée et probablement plus complète. L'utilisation d'une même source avec deux traductions différentes explique le changement de style dans le traité d'*al-Muqni*ᶜ et montre qu'on ne peut se baser sur cette question de forme pour déposséder Ibn Hajjâj et le priver d'une partie importante de son œuvre[18]. Par ailleurs, plusieurs renvois à la première partie contestée démontrent la cohérence du traité et son homogénéité[19].

Avant de chercher à déterminer les rapports entre Ibn Ḥajjâj et l'oeuvre géoponique d'Anatoliûs, il convient de discuter l'opinion de J.A. Banqueri (1802) qui affirmait que notre agronome connaissait le latin et pouvait avoir accès directement à l'enseignement de Columelle.

En fait, l'auteur qui part d'un préjugé favorable, n'avance aucun argument pour justifier son hypothèse. Et on peut aujourd'hui soutenir, sans risque de se tromper, que les sources agronomiques dans lesquelles les Arabes ont puisé leurs premières traductions, sont étrangères non seulement à la littérature des agronomes romains classiques (Caton, Virgile, Columelle...), mais aussi aux

---

= question ne pourra se résoudre qu'après une confrontation des textes de Columelle et d'Ibn Ḥajjâj (p. 16).

(17) *Les XX livres de Constantin Cesar, auxquels sont traités les bons enseignements d'agriculture*, trad. en Fr. par Anthoine Pierre, Poitiers, 1543, *fol.* XX et XXII.

(18) Cette hypothèse anciennement exprimée par J. Ma Millas Vallicrosa, «Un manuscrito arabe de la obra de agricultura de Ibn Wafid», in *Tamuda*, 1954 et E. Garcia Gomez, «Traducciones alfonsies de agricultura arabe», in *Boletin de la Real Academia de la Historia*, CLXXXI, 1984, fut reprise et discutée par Julia Maria Carabaza (Introduction à *al-Muqni*ᶜ, *op. cit.*, p. 158 ; «La édicion jordana de al-Muqniᶜ d'Ibn Ḥajjâj : problemas en torno a su autoria», in *Al-Qantara*, XI, 1990, pp. 71-81.

(19) Nous avons relevé dans la «seconde partie» suffisamment de renvois à la «première» pour nous convaincre de l'unicité de l'oeuvre d'Ibn Ḥajjâj : cf. p. 88 où l'auteur nous dit avoir déjà traité de la question des engrais et nous renvoit ainsi à la page 10 ; au moment de la description de l'époque de plantation des arbres (p. 96), la référence à la première partie est encore plus explicite (pp. 35, 53 et 65) ; la recommandation d'ouvrir les fosses et de les aérer avant d'y mettre les plants (p. 96) comporte un autre renvoi à la page 53 ; enfin, parlant de la terre à vocation horticole (p. 112), Ibn Ḥajjâj nous rappelle qu'il a amplement traité ce sujet auparavant (p. 57). En plus de ces renvois explicites, on peut puiser dans la terminologie utilisée davantage d'arguments en faveur de la thèse de l'unicité. En effet, sachant d'après Ibn al-ᶜAwwâm que Yûniûs se distingue des autres agronomes par l'usage du terme spécifique de *taṭᶜîm* pour désigner la greffe (éd. Banqueri, I, pp. 406-407), on peut facilement vérifier que ce vocable est utilisé dans l'ensemble de l'ouvrage, tantôt sous le nom d'Anatoliûs, tantôt sous celui de Yûniûs (H, p. 91). D'ailleurs, une fois détachée de son contexte, la partie contestée est encore aujourd'hui à la recherche d'un auteur qui en accepte la paternité.

fondement scientifique et qui n'attend qu'une expertise réelle pour la confondre et une attitude hésitante des chercheurs partagés entre le doute et l'éclectisme. Pour sortir de ce dilemme, on se propose dans un premier point d'identifier le Yûniûs utilisé par Ibn Ḥajjâj et les agronomes hispano-arabe et, dans un second point, de discuter, textes à l'appui, des relations entre ce géoponicien d'origine orientale et de culture grecque et l'agronome latin Columelle.

III. Vindânyûniûs Anatoliûs de Berytos et son influence sur Ibn Hajjâj

Qui est Vindânyûniûs Anatoliûs de Berytos ?

En fait, cet agronome qui a constitué la principale source de l'ouvrage *al-Muqni* d'Ibn Hajjâj, était bien connu des historiens byzantins. Photius écrivait à son propos dans sa *Bibliothèque* (IX[ème] siècle) :

«Lu de Vindanius Anatolius de Beyrouth une collection de préceptes d'agriculture. La matière assemblée dans son livre est tirée des écrits de Démocrite, d'Africanus, de Tarantinus, d'Apulée, de Florentin, de Valens, de Léon, de Pamphile et aussi des Paradoxes de Diophane ; l'ouvrage est en 12 tomes».

Sur la valeur de ce traité agronomique, l'auteur ajoute les renseignements suivants :

«Le livre, écrit-il, est utile comme nous l'avons constaté par de nombreuses expériences, pour la culture de la terre et les travaux de la campagne, et peut être plus utile que ceux de tous les auteurs qui ont entrepris un ouvrage comme le sien. Toutefois, ce livre contenait encore maints traits merveilleux, incroyables et pleins de l'erreur païenne ; le laboureur chrétien doit les écarter pour rassembler ce qu'il y a d'utile dans le reste. Tous les autres auteurs des traités d'agriculture enseignent à peu prés, du moins à ma connaissance, les mêmes notions sur les mêmes sujets et il y a peu de variantes de l'un à l'autre ; là où ils divergent, l'expérience de Léon est à préférer aux autres»[15].

Ce témoignage est important pour nous situer une oeuvre géoponique qui connaîtra très tôt une diffusion non seulement en Orient, mais aussi parmi les écrivains agronomiques de l'Occident Musulman.

Comment le traité d'Anatoliûs est-il arrivé aux agronomes andalous ?

On parle de deux traductions en arabe : l'une directement du grec et l'autre du syriaque. La première porte le nom d'Anatoliûs et fut réalisée en 179/795 conjointement par le moine Eustache, le Patriarche d'Alexandrie et l'évêque de Damas. Quant à la seconde, elle fut effectuée par Sergios de Reš ᶜaynâ et portait le nom de Yûniûs[16]. Ibn Ḥajjâj savait-il qu'il faisait référence à la même source sous deux noms déffèrents ?

---

(15) Photius, Bibliothèque, II, trad. R. Henry, éd. Les Belles-Lettres, Paris, 1960, pp. 134-135.

(16) T. Fahd, «Traductions en arabe d'écrits géoponiques», in Ciencias de la naturaleza en al-Andalus, II, éd. E. Garcia Sanchez, CSIC, Granada, pp. 13-14. L'auteur, tout en montrant de la sympathie pour les partisans de la thèse de l'identité, nous donne sa conviction que la =

Le début des années soixante-dix a vu la publication des recherches de Mme L. Bolens sur les agronomes andalous. L'auteur a réservé tout un chapitre pour discuter des rapports entre Columelle et les écrivains agronomiques d'*Al-Andalus*. La conclusion est claire : il s'agit d'une filiation directe entre l'auteur latin et Ibn Hajjâj. Non seulement il y a eu une transmission directe, mais c'est cette «romanité» qui fait toute la spécificité de l'héritage agronomique andalous.

«La tradition de Columelle, écrit elle, se trouve par le menu dans la pratique concrète des méthodes culturales, différenciant l'agronomie musulmane espagnole de sa sœur orientale, et créant une école espagnole spécifique où les caractères locaux se détachent avec force»[9].

«Les Andalous, ajoute t'elle ailleurs, ont voulu répéter de prestigieux modèles, et Columelle leur servit de maître à penser, ce qui explique les références romaines de cette pensée agronomique»[10]. En somme, les agronomes arabes d'Espagne apparaissent à l'auteur comme «résolument occidentaux, aristotéliciens et romanisés»[11].

II. La remise en cause de la thèse de l'identité

Si au XIXe siècle on savait déjà que Yûniûs pouvait être Vindânyûniûs Anatoliûs de Berytos, force est de constater qu'on n'avait pas encore les arguments textuels capables de fonder cette identité. C'est à Manfred Ullmann (1972) que revient le mérite d'encourager l'édition arabe et la traduction espagnole du manuscrit agricole d'Anatoliûs[12]. Le travail fut finalement réalisé par Mme Maria Concepcion Vasquez de Benito (1974) et aurait dû mettre fin, il y a vingt-ans, à une forgerie qui a duré deux siècles[13]. Quelques années plus tard, Robert H. Rogers (1978) puisera dans la lecture du recueil des *Géoponiques* un argument supplémentaire pour appuyer la position de M. Ullmann[14]. D'autres faits décisifs interviendront au cours des années quatre-vingt : il s'agit de la publication de l'édition arabe critique du traité agronomique d'Ibn Ḥajjâj (1982) et de la traduction espagnole du même texte par Maria Julia Carabaza Bravo (1987). Avec cet ensemble de travaux de base, on était en mesure de mettre fin à la querelle des noms et aux incertitudes qui ont pesé sur leur identification.

Mais pour y arriver, il aurait fallu s'abondonner à la lourde tâche de confrontation des textes. On se trouve ainsi devant une situation assez paradoxale : une opinion forgée à la fin du XVIIIème siècle, sans aucun

(9) L. Bolens, *Agronomes andalous du Moyen-Age*, éd. Droz, Genève-Paris, 1981, p. 49.

(10) *Ibid.*, p. 296

(11) *Ibid.*, p. 39.

(12) M. Ullmann, *Die Natur-und Geheimwissens chaften im Islam*, in *Handbuch der Orientalistik*, Erg. VI, 2, Leiden, 1972, pp. 492-433.

(13) *El manuscrito n°XXX de la coleccion Gayangos*, éd. arabe et trad. espagnole par Ma C. Vazquez de Benito, Madrid-Barcelona, 1974.

(14) R. H. Rogers, «Yûnyûs o Columela en la Espana Medieval ?», in *Al-Andalus*, XLIII, 1978.

l'auteur n'a pas hésité à en donner une interprétation qui privilégie la filiation directe avec les agronomes latins classiques (caton, Varron, Palladius...). Devant la transcription arabe de Yûniûs, il a écrit ceci : Junius (Moderatus Columella Hispanus), sans justification aucune. Le préjugé est ainsi né. Et, comme on le verra, il aura la peau dure.

Dans sa traduction espagnole de la somme agricole d'Ibn al-ᶜAwwâm (1802)[4], J. A. Banqueri n'a fait que suivre les pas de son maître. Toutefois, il s'est trouvé obligé d'expliquer les raisons de cette attribution à Columelle. Pour lui, il n'y a pas de doute, Ibn Ḥajjâj qui a le plus utilisé Yûniûs, connaissait le grec et le latin, et pouvait accéder facilement à l'enseignement de l'agronome romain originaire lui aussi de Cadix, donc espagnol. Il note même, en passant, «la fidélité et l'exactitude de la traduction arabe des maximes de Columelle» ![5].

La confusion ainsi entretenue a traversé le XIXème siècle, malgré les critiques de V. Rose[6] qui voyait dans Yûniûs surtout une corruption du nom de l'agronome oriental Vindâniûs Anatolius de Berytos (IVe s.). Clément-Mullet, auteur de la traduction française d'Ibn Al-Awwâm, a adopté une position mitigée : «Junius, dit-il, qu'on croit généralement être Columelle, est très fréquemment nommé ; cela devait être, car il est l'auteur du traité agronomique latin le plus complet... souvent, on ne trouve du texte latin qu'un ensemble de l'idée ; souvent aussi les articles de Junius se trouvent dans les *Géoponiques*»[7].

Durant la première moitié du XXème siècle, la recherche fut dominée par la figure de l'arabisant espagnol J. Maria Millas Vallicrosa auquel on doit une meilleure connaissance de la collection des agronomes hispano-arabes[8]. Ce savant, préoccupé surtout par l'édition de nouveaux textes, n'a pas cherché à réexaminer le bien fondé de l'identité Yûniûs-Columelle. Il l'a simplement réaffirmée, couvrant de son autorité une thèse qui n'a aucun fondement scientifique. On peut regretter que l'auteur, qui avait eu probablement la connaissance textuelle la plus avancée à l'époque, n'ait pu mettre à contribution son érudition pour résoudre une question chargée de tant d'amalgames. Quelles que soient les causes évoquées, on peut noter la conformité de cette thèse de l'identité avec la position des auteurs qui soutenaient, à la même période, l'idée de l'origine exclusivement romaine de l'irrigation espagnole.

---

(4) Ibn al-ᶜAwwâm, *Kitâb al-filâḥa (Libro de Agricultura),* texte arabe et trad. J. A. Banqueri, I-II, Madrid, 1802 ; réed. Ministère de l'Agriculture d'Espagne avec une mise au point récente de Mme E. Garcia Sanchez et J. Esteban Hernandez Bermejo, 1988 ; trad. française de J.J. Clément-Mullet, Paris, 1864-1867 et réed. Bouslama, Tunis, 1977.

(5) *Libro de Agricultura, op. cit.,* note p. 6.

(6) V. Rose, *Aristoteles Pseudepigraphus,* Leipzig, 1863, p. 269.

(7) *Le livre de l'Agriculture,* I, *op. cit.,* 69-70.

(8) J. Ma Millas Vallicrosa, «Sobre bibliografia agronomica hispano-arabe», in *Al-Andalus,* XIX, 1954 ; «Aportaciones para el estudio de la obra agronomica de Ibn Ḥajjâj y Abû l-Khayr, in *Al-Andalus,* XX, 1955.

Columelle a t'il influencé l'héritage agronomique d'Al-Andalus ?

Mohammed EL FAIZ
La Faculté des Sciences Economiques et Sociales
Marrakech — Maroc

La question des origines de l'héritage agronomique d'*Al-Andalus* a rarement intéressé les chercheurs. Et même quand on s'y intéresse, c'est souvent pour affirmer la «romanité» de cet héritage et sa filiation directe avec les écrits du célèbre agronome latin Columelle (Ier siècle av. J.C). On est étonné aujourd'hui de constater comment cette affirmation — née il y a plus de deux siècles et à un moment où on connaissait peu de choses sur la littérature agronomique arabe — continue à alimenter les écrits les plus récents sur le sujet. Elle est devenue une sorte de paradigme auquel on n'ose pas s'attaquer et qui devient, par le simple fait qu'il fut défendu par des autorités scientifiques, une vérité absolue.

Tout repose, au départ, sur la confusion entre le nom de Yûniûs, utilisé comme source étrangère par les écrivains agronomiques andalous, surtout par Ibn Hajjâj[1], et celui de Columelle[2] que le hasard de la naissance a doté d'un prénom de Junius et qui se trouve, de ce simple fait, le «père» naturel de l'agronomie hispano-arabe médiévale.

Pour répondre à la question de savoir si Columelle s'identifie ou non à Yûniûs, on doit remonter aux origines de la confusion entre les deux noms. Une fois ce rappel historique terminé, on se livrera à un travail d'identification et à une confrontation minutieuse des textes pour dissocier le couple Yûniûs — Columelle et mettre fin à une querelle qui, scientifiquement parlant, n'a plus de raisons d'être.

I. Aux origines de la confusion Yûniûs-Columelle

L'origine de cette confusion remonte à M. Casiri[3] qui a eu le mérite de découvrir le manuscrit agricole d'Ibn al-ᶜAwwâm et de contribuer à sa traduction espagnole. Se trouvant devant un grand nombre de noms étrangers,

---

(1) Ibn Ḥajjâj al-Ishbîlî, *al-Muqni fî al-filâha*, éd. arabe critique de S. Jirâr et J. Abû Ṣafiyya, ᶜAmmân, 1982 ; cf. aussi Julia Ma Carabaza Bravo, *Ibn Ḥajjâj al-Ishbîlî : al-Muqniᶜfi l-filâḥa. Introduccion, estudio y traduccion con glosario* (éd. microfichas), Granada, 1988.

(2) J.M. Columelle, *De, l'Economie Rurale (De Re Rustica)*, éd. Panckoucke, Paris, 1845.

(3) M. Casiri, *Bibliotheca Arabico-Escurialensis*, I, Madrid, 1760, p. 325.

début de cette communication, dans un contexte où les problèmes liés à la nature de la langue agitaient de nombreux esprits, et où la problématique dominante était marquée par l'attribution à la langue arabe d'un caractère sacré qui mettait cette langue dans une situation à part et tout à fait différente de celle des autres langues, al-Farabi a situé sa réflexion dans un contexte qui ne privilégiait en aucune façon une langue mais les mettait toutes sur le même plan et qui cherchait à progresser en ne tenant compte que des éléments offerts par une étude et une réflexion les plus objectives possible. Il a su réfléchir sur les langues et sur l'arabe en particulier sans se laisser entraîner par des préjugés ou des idées préconçues, comme nous le faisions remarquer.

« C'est ainsi que sont formés d'abord les lettres de cette nation et leurs termes produits à l'aide de ces lettres. Ceci arrive d'abord par ceux d'entre eux qui se sont mis d'accord. Il arrive que l'un d'entre eux utilise un son vocal ou un terme indiquant quelque chose lorsqu'il parle à quelqu'un d'autre, et l'auditeur le retient ; puis l'auditeur utilise exactement la même chose lorsqu'il parle au premier inventeur de ce mot. Le premier auditeur l'a imité en cela et a coïncidé avec lui : tous deux sont tombés d'accord et se sont entendus sur ce terme. Et ils parlent aux autres en utilisant ce terme en sorte qu'il se répand dans un groupe. Par la suite, chaque fois qu'il se produit dans l'esprit de l'un d'eux une chose qu'il a besoin de faire comprendre à un autre qui lui est proche, il invente un son vocal et il l'indique à son interlocuteur qui l'écoute, et chacun des deux le retient et ils en font un son vocal qui désigne cette chose. Et il ne cesse de se produire des sons vocaux l'un après l'autre par l'accord des gens de ce pays jusqu'à ce qu'arrive celui qui organise leurs affaires, et il établit, en les créant, les sons vocaux dont ils ont besoin pour les autres choses pour lesquelles on ne s'est pas mis d'accord chez eux sur un son vocal qui les indique. Il est le fondateur de la langue de cette nation (*wâdi' lisân tilka-l-umma*). Et il ne cesse dès le début d'organiser leurs affaires jusqu'à forger les mots pour tout ce dont ils ont besoin nécessairement dans leurs affaires. » *Kitâb al-Hurûf*, par. 120, p. 137, 16-138, 8.

Nous avons là une attitude tout à fait pragmatique, qui ne supprime pas le caractère fortuit que peut revêtir le début d'une langue, où il s'agit d'un accord plutôt que d'une convention qui nous renverrait à l'éternelle question des instruments qui ont permis de passer cette convention ; l'accord qui intervient ici n'est pas de même nature que les éléments de la langue qui se forme progressivement et qui se met en place et ne fait pas appel à des éléments linguistiques mais renvoie plutôt au besoin de communication de l'homme. Les éléments linguistiques n'interviendront que plus tard, avec celui qui organise leurs affaires, *man yudabbir amrahum*, le fondateur de leur langue. On voit tout de suite qu'il ne s'agit plus d'une institution de type divin ou d'une création *ex nihilo*, mais de l'organisation d'un donné qui a déjà pris forme.

Une fois de plus la position de Farabi se démarque de celle de ses prédécesseurs et de ses contemporains. Comme nous le soulignions au

fixation révélées du langage) et de l'*istilâh* (fixation par convention) se partageaient les faveurs des linguistes, avec une préférence pour le *tawqîf*. L'un des plus fervents partisans du *tawqîf* sera Ibn Fâris (m. 1004), auteur du Sâhibî, qui répond, après avoir posé l'alternative: «je déclare: la langue arabe est fixation révélée (*tawqîf*).» L'un des fondements de cette thèse est le verset 31 de la seconde sourate du Coran: «il enseigna à Adam tous les noms.» Il ne faut pas oublier que tous s'accordent à dire que les études linguistiques chez les Arabes ont été provoquées ou tout au moins stimulées par la nécessité de réciter correctement ou de meilleure manière le Coran, de le comprendre et de l'expliquer. Les linguistes se trouvaient placés d'emblée sur le terrain religieux et leur réflexion était ainsi orientée et ils étaient naturellement enclins à préférer la thèse du *tawqîf*. Il fallait une belle indépendance d'esprit aux partisans de l'*istilâh* pour défendre leur thèse dans un tel contexte. L'un des plus éminents théoriciens qui ait accordé du crédit à la thèse de la convention est Ibn Jinnî qu'Abdelkader Mehiri nous présente dans son hésitation constante à répondre à la question de l'origine. Tout en penchant pour une position qui n'hésite pas à considérer le langage comme une institution humaine, il «s'inscrit dans le cadre de toute une conception selon laquelle l'archétype de la langue arabe est et doit être toujours le Coran.»(14)

Tant que le problème est posé en fonction de l'origine du langage, il est impossible d'éviter l'antinomie et les contradictions que ne manque pas d'entraîner le choix d'un terme de l'alternative au détriment de l'autre, ou, ce qui n'est pas mieux, le refus de choix. C'est ce qu'avait bien vu Platon dans le *Cratyle*. La question qu'il pose est non plus celle de l'origine mais de la rectitude de la dénomination, originelle selon Cratyle, ou conventionnelle selon Hermogène. Si Platon donne l'impression de pencher pour la thèse de Cratyle et d'une dénomination qui nous fait saisir la nature des choses, il constate qu'il y a une faille, un décalage dans la correspondance entre le nom et la nature des choses et il conclut que les législateurs qui sont à l'origine de la dénomination des choses devaient être ivres lorsqu'ils ont procédé à leur travail.

Sans être identique à celle de Platon, la position de Farabi offre certaines similitudes. Voici comment il présente les choses:

---

(14) Mehiri, *Les Théories grammaticales d'Ibn Jinni*, p. 118.

pour ne garder que des explications rationnelles et d'ordre pratique, et relevant des seuls phénomènes linguistiques, constitue un changement radical de perspective par rapport aux contemporains de Farabi dont Suyûtî se fait l'écho près d'un demi-millénaire plus tard.

Chez Farabi, c'est le refus du recours à la transcendance et à la religion pour l'explication des phénomènes linguistiques. Il ne quittera pas le terrain de l'immanence et de la contingence, du pragmatisme. Cette position a quelque chose de remarquable dans la mesure où elle ne privilégie aucune langue par rapport aux autres, pas plus la langue arabe que la langue grecque. Alors que les linguistes, repris par Suyûtî, se placent résolument sur le plan théologique et religieux en ne faisant intervenir que Mohammed et la tribu de Quraych en dehors de toute description historique ou sociologique précise, Farabi a bien pris soin de situer dans le temps — entre l'an 90 et l'an 200, c'est-à-dire 709 et 815 — et dans l'espace, à Basra et Kûfa, l'histoire des premières attestations de l'étude scientifique de la langue arabe. A quoi correspondent ces dates ? Nous avons, ailleurs[13], émis l'idée que l'année 90 pourrait signifier pour Farabi les débuts de l'Ecole de Basra et de l'activité d'hommes comme *'Abd Allâh ibn Abî Ishâq*, le premier grammairien arabe connu, mort en 117/735 et de ses disciples *'Isâ ibn 'Umar al-Taqafî* (m. 149/766) et *Abû 'Amr ibn al-'Alâ'* (70/689-154/770), et l'année 200 la fin du travail de codification et de constitution de la grammaire arabe car il y a alors 25 ans que Sibawayhi est mort et son œuvre s'est imposée. Ce faisant, Farabi prenait le contre-pied de la tradition la plus constante chez les arabes qui fait remonter à Abû-l-Aswad al-Du'alî (m. 69/689) la mise en route et les débuts de la réflexion linguistique et grammaticale arabes. Nous sommes dans la description de type historique avec toute sa part de contingence.

Nous retrouvons cette attitude de Farabi dans la façon dont il pose un problème qui allait préoccuper les linguistes contemporains et postérieurs, le problème de l'apprentissage du langage, qui allait devenir le problème de l'origine de la langue. Les thèses du *tawqîf* (institution et

---

(12) « Caractère moderne de la démarche des falasifa : Farabi et l'adaptation de la langue arabe à la pensée philosophique », *in Défi de la philosophie*, colloque du CERES à Tunis (...) p. 161-178.

(13) *Du Coran à la philosophie*, 149-150.

en fonction de critères purement rationnels, linguistiques et contingents. Il réfléchit sur les arts de la connaissance de la langue et sur la recherche d'informateurs fiables, dont la langue n'a pas été déformée. Le développement qu'il consacre à la quête des connaissances sur la langue arabe est remarquable par son objectivité et par son absence de recours à quelque considération religieuse ou idéologique que ce soit. Pas la moindre allusion à Mohammed ou à Quraych dans la quête des témoignages les plus authentiques et les plus purs sur la langue arabe.

Cela n'en est que plus étonnant quand on voit l'usage qui sera fait de ce texte par Suyûtî après lui avoir fait subir dans son *Muzhir* des transformations très significatives. Et tout d'abord le point de vue auquel se place Suyûtî, qui est à l'opposé de celui de Farabi. Il s'est appuyé sur ce que nous avons relevé plus haut et que Mohammed dit de lui-même et de sa connaissance de la langue arabe, et que reprendront de nombreux témoignages après lui : c'est lui qui parle l'arabe le plus pur car il est de la tribu de Quraych et le Coran a été révélé dans sa langue, c'est-à-dire la langue de Quraych. C'est donc chez les habitants de Quraych qu'il faut rechercher les informateurs :

« La tribu de Quraych était la meilleure parmi les tribus arabes dans l'usage critique des termes arabes les plus purs, celle dont la langue avait le plus de facilité à les prononcer, celle qui était la plus apte à les entendre, celle qui était la plus claire pour exposer ce qui était dans l'âme. »[11]

Suyûtî rend bien compte ici de l'usage que nous avons déjà relevé chez Farabi du principe de facilité. Mais il le fait au service d'une problématique religieuse, totalement étrangère à Farabi auquel il déclare emprunter ce texte. Ce dernier ne mentionne aucunement Quraych dans le texte du *Kitâb al-Hurûf* tel qu'il nous est parvenu et dont provient sans aucun doute la citation de Suyûtî. Il n'y a chez Farabi aucune référence à Mohammed ou à l'Islam, mais l'application au cas de la langue arabe des principes qu'il a développés et qui sont valables pour toutes les langues. Il est possible de parler, comme nous l'avons fait ailleurs déjà[12], de laïcisation de l'histoire des faits linguistiques arabes. Ce refus du recours à des considérations religieuses extra-linguistiques

---

(11) *Muzhir*, I, 211, 12 sq.

tique, qui associe un signifiant et un signifié. Sans vouloir le relire à la lumière des acquis de la linguistique moderne, sans vouloir retrouver chez lui la notion de phonème, nous pouvons souligner tout à la fois l'introduction d'un concept nouveau et la perception qu'il propose des différentes langues comme des réalités qui se différencient les unes des autres par l'ensemble structuré et systématique des sons que chacune organise à sa façon et en fonction de ses caractéristiques physiologiques et géographiques.

Alors que Sîbawayhi et Halîl partaient du postulat de la supériorité de la langue arabe pour faire ensuite une étude et une présentation phonétique des sons et des lettres de l'alphabet, de l'alphabet arabe uniquement, bien entendu, alors qu'Abû Hâtim Al-Râzî se situait résolument à un point de vue ontologique et posait, en se réclamant de Ja'far al-Sâdiq, une origine divine des lettres, issues d'une création par Dieu (*Zîna*, p. 66), Farabi préfère une explication de l'origine des sons et des lettres de l'alphabet par les particularités physiologiques des différents organes du langage et par une systématisation qui ne déborde pas le niveau des éléments constitutifs du langage.

Farabi se situe ainsi à un point de vue original pour son temps, celui de la contingence et de l'immanence :

- il n'y a plus de langue ou d'alphabet privilégié puisque la diversité des langues nous renvoie à des raisons et à des causes physiologiques et matérielles qui ne comportent aucun élément permettant d'introduire un jugement de valeur ou de justifier une comparaison ou une hiérarchie entre les langues.
- la langue arabe perd du coup son statut de langue divine, supérieure aux autres, plus parfaite qu'elles, pour être seulement celle d'une région particulière, d'une aire géographique donnée parmi d'autres régions.
- l'alphabet arabe devient un alphabet parmi d'autres et ses lettres perdent tout caractère de supériorité- nous pensons ici particulièrement à Abû Hâtim al-Râzî. Et il n'intervient plus de caractère d'antériorité ou de postériorité entre les différents alphabets et les différentes langues.

Ce point de vue est renforcé par un passage du *Kitâb al-Hurûf* où Farabi traite explicitement du cas de la langue arabe, mais où il le fait

par le souffle d'une partie à l'autre des parties qui sont à la base de la bouche et il se produit des sons vocaux suivis, nombreux et déterminés. » *Kitâb al-Hurûf*, par. 117, p. 136, 5-13.

Nous avons là une description physiologique simple qui fait intervenir des considérations de phonétique. Farabi propose une explication dans laquelle c'est l'homme qui est à l'origine des premiers éléments du langage. Et il poursuit cette description en faisant intervenir le principe de facilité et des particularités d'ordre géographique :

« Il est manifeste que la langue ne se meut en premier lieu que vers la partie vers laquelle son mouvement est le plus facile. Ceux qui partagent le même lieu d'habitation et dont les organes ont des caractéristiques proches, ont leurs langues naturellement disposées à ce que les espèces de leurs mouvements vers chacune des parties intérieures à la bouche soient des espèces uniques en elles-mêmes, et ces mouvements sont plus faciles pour ces langues que leurs mouvements vers d'autres parties. Quant aux gens qui habitent d'autres lieux ou d'autres pays, si leurs organes ont des dispositions innées (*hilaq*) ou des natures (*amzija*) distinctes des dispositions innées des organes de ceux dont nous avons parlé plus haut, s'ils sont disposés naturellement à ce que les mouvements de leurs langues vers d'autres parties de l'intérieur de leur bouche soient plus faciles pour eux que les mouvements de leurs langues vers les parties vers lesquelles les mouvements des langues des habitants de l'autre pays se meuvent plus facilement, dans ce cas seront différents les sons vocaux dont ils font des signes (*'alâmât*), par lesquels ils s'indiquent (*yadullu*) mutuellement ce qui est dans leur conscience parmi les choses qu'ils désignaient (*yushîru*) primitivement ainsi que leurs sensibles. C'est ceci qui est la cause première de **la différence des langues des nations**. Ces premiers sons vocaux sont **les lettres de l'alphabet**. » *Kitâb al-Hurûf*, par. 118, p. 136, 14-137, 2.

Nous pouvons remarquer ici un glissement significatif du vocabulaire et de la conceptualisation de Farabi : il utilise le terme de *'alâmât*, pluriel de *'alâma* et non plus le terme *ishâra*. Et il l'explicite quelque peu en le situant par rapport à l'indication et à la désignation : « des sons vocaux différents dont ils font des signes, par lesquels ils s'indiquent mutuellement ce qui est dans leur conscience parmi les choses qu'ils désignaient primitivement, ainsi que leurs sensibles. » Nous l'avons souligné, Farabi nous présente les éléments d'un véritable signe linguis-

comprendre quelque chose et non à un autre. Et ceci lorsqu'il se contente, pour désigner (*dalâla*) ce qu'il a en son esprit, d'un signe (*ishâra*) en direction des choses sensibles.» *Kitâb al-Hurûf*, par. 116, p. 135, 17-136, 1.

A ce niveau, le son vocal, réduit à l'appel, ressemble fort au signe qui servait à désigner à l'autre ce que l'on voulait lui faire savoir. Mais, et c'est là que vont se manifester les ressources du signe vocal, le signe vocal va tout à la fois se diversifier et se spécialiser et nous verrons naître les rudiments du langage :

« après avoir utilisé le son vocal comme appel, l'homme utilise différents sons vocaux dont chacun en particulier désigne chacune en particulier des choses qu'il désigne par un signe (*ishâra*) qui la vise, ainsi que ce qui en est saisi par les sens. Et l'on attribue, à chaque chose déterminée que l'on désigne, un son vocal que l'on n'utilise pas avec autre chose. Et ainsi pour chaque chose.» *Kitâb al-Hurûf*, par. 116, p. 136, 2-4.

Ce qui est particulièrement intéressant ici, c'est que Farabi décrit la naissance du signe linguistique, associant un signifiant et un signifié. Nous passons de la connaissance immédiate à la connaissance médiatisée par un signe. Il s'agit encore d'un signe rudimentaire, qui va évoluer et devenir plus complexe. Mais avant de nous le décrire davantage, Farabi insiste dans deux longs paragraphes, sur la contingence de ce signe, en indiquant son enracinement physiologique et son enracinement géographique :

« il est manifeste que ces sons vocaux ne se produisent que lorsque le souffle de l'âme frappe une ou plusieurs parties de la gorge ou quelque chose des parties qui s'y trouvent et à l'intérieur de son nez ou entre ses lèvres. Tels sont les organes qui sont frappés par le souffle de l'âme. Ce qui frappe tout d'abord, c'est la puissance qui projette le souffle de l'âme des poumons et de la gorge progressivement vers les extrémités de la gorge où se trouvent la bouche et le nez et vers ce qui est entre les deux lèvres. Ensuite, la langue rencontre ce souffle et le comprime sur chacune des parties de l'intérieur de la bouche et sur chacune des parties des gencives et sur les dents. Cette partie est frappée par le souffle et un son vocal déterminé se produit en chaque partie que comprime la langue et que frappe le souffle. Et la langue le transporte

ou d'une langue proposée par Dieu aux hommes. La langue est d'abord le propre de l'homme et ne sera que cela, elle ne relèvera que de lui. Et d'ailleurs le terme même utilisé par Farabi nous oriente vers cette interprétation : «le besoin de faire connaître) aux autres (*ihtâja an yu'arrifa ghayrahu*) » C'est l'homme qui est le sujet du verbe *'arrafa*. Ce même verbe se trouve deux fois dans le Coran, mais à chaque fois dans un contexte qui fait intervenir Dieu ou son prophète, dans un contexte de transcendance, alors qu'ici nous sommes dans le monde de l'immanence, immanence des deux esprits qui sont les termes de la communication, et immanence de cette communication dont le besoin est né de connaissances provenant de la sensation.

Ce premier signe qui interpelle la vue de l'autre est très rapidement complété par le recours à l'ouïe. Farabi poursuit en effet sa présentation : «(...) lorsque ce dernier est en mesure de voir le signe. Ensuite, après cela (c'est-à-dire après le recours au signe visible) l'homme utilise le son vocal (*taswît*). » Pourquoi ce passage du sens de la vue à celui de l'ouïe ? On se souvient qu'au début de la *Métaphysique*, Aristote mettait en valeur la vue après avoir parlé de l'ouïe et déclarait que «la vue est de tous nos sens celui qui nous fait acquérir le plus de connaissances et nous découvre une foule de différences.»[9] Dans le cas du signe, les connaissances que nous voulons communiquer par la vue sont limitées par la sensation et ne peuvent en être séparées. «Ce sont des connaissances immédiates, sur lesquelles aucun travail d'élaboration, de transformation et de réflexion ne se fait, car la connaissance, prise dans la sensation, ne peut dans le même temps, prendre du recul par rapport à elle-même et se prendre pour objet de connaissance. Cette immédiateté de la connaissance issue de la sensation visuelle explique le recours à l'ouïe qui permettra une «distanciation» d'une manière d'abord limitée, puis ensuite beaucoup plus nettement au fur et à mesure du développement et du perfectionnement du signe vocal.»[10] Au départ, en effet, le son vocal est sommaire :

«le premier des sons vocaux (*taswîtât*) est l'appel (*nidâ'*). L'homme, en effet, attire par lui l'attention de celui à qui il cherche à faire comprendre quelque chose : c'est à lui qu'il cherche à faire

---

(9) *Métaphysique*, A 1, 980 a 26, trad. Tricot, I, p. 2.

(10) J. Langhade, *Du Coran à la philosophie*, 197-198.

«Si l'homme est une table rase au moment où il est créé comme nature (*fitra*), il se dresse (*yanhad*) et se met en mouvement vers la chose vers laquelle son mouvement lui est le plus facile par disposition naturelle et vers l'espèce avec laquelle son mouvement lui est le plus facile. Et son âme se met en action pour connaître ou penser ou se représenter ou s'imaginer ou intelliger tout ce à quoi elle est davantage et le plus fortement préparée par disposition naturelle — c'est ce qui lui est le plus facile —. Il meut son corps et ses membres vers ce vers quoi porte son mouvement et vers l'espèce pour laquelle sa préparation est plus intense, plus parfaite et plus complète, par disposition naturelle — ceci également lui est le plus facile —. Et lorsqu'il accomplit une de ces actions, il le fait par une faculté qui est en lui par disposition naturelle et par un habitus naturel, et non par une accoutumance antérieure ayant précédé cela ni par l'effet d'un art. Lorsqu'il répète l'action d'une chose d'une espèce unique de nombreuses fois, il se produit en lui un habitus d'accoutumance, soit naturel, soit artificiel.» *Kitâb al-Hurûf*, par. 115, p. 135, 6-14.

Le principe de la tendance ou de la disposition naturelle, de la propension au plus facile et finalement de l'immanence, marquent ainsi les débuts de la connaissance chez l'homme.

L'étape suivante nous conduira au langage. Le langage va résulter du besoin qu'éprouve l'homme de faire partager ses connaissances générales, du besoin de communication. L'homme commence par attirer l'attention d'autrui, de l'autre, avec lequel il veut communiquer, et il le fait en recourant au signe (ishâra).

«Lorsque l'homme éprouve le besoin de faire connaître aux autres (*yu'arrifa ghayrahu*) ce qu'il a dans l'esprit ou ce qu'il se propose avec son esprit, il a recours au signe (*ishâra*) tout d'abord pour désigner ce qu'il veut de celui dont il cherche à provoquer la compréhension, lorsque ce dernier est en mesure de voir le signe.» *Kitâb al-Hurûf*, par. 116, p. 135, 15-17.

Une telle analyse situe le langage dans un contexte social. La langue n'est plus une réalité en soi, autonome, mais elle sera le résultat d'une relation interindividuelle, elle ne pourra naître que lorsque l'homme rencontrera l'autre et lui sera confronté. Nous sommes bien éloignés de la reconstitution que proposera *Ibn Thufayl* dans son *Hayy b. Yaqdhân*,

Le point de départ de Farabi est la présentation des connaissances premières que va constituer l'homme. Elles sont générales. C'est une affirmation que l'on retrouve à plusieurs reprises dans son œuvre, lorsqu'il s'intéresse aux langues de spécialité. Il ne fait pas de doute pour lui que les connaissances générales précèdent dans le temps les connaissances des spécialistes :

« il est évident que le commun et la foule précèdent dans le temps les spécialistes. Et les connaissances communes, qui sont selon le sens commun immédiat de tous, sont temporellement antérieures aux arts pratiques et aux connaissances qui sont propres à chacun de ces arts. Leur ensemble constitue les connaissances communes, les premières qu'ils établissent et qu'ils forment. » *Kitâb al-Hurûf*, par. 114, p. 134, 17-20.

C'est qu'au point de départ de la connaissance il y a la sensation dont procèdent les connaissances générales communes, et ce n'est que par la suite et progressivement que naîtront les connaissances de spécialité. Ces connaissances sont rendues possibles par des aptitudes de l'homme qui sont **communes** aux habitants d'un **lieu**, d'une région, d'un pays. Les hommes d'un lieu et d'un pays sont dotés d'aptitudes et de dispositions naturelles (*yuftarûna 'alâ*)

Ces dispositions sont « des formes (*suwar*) et des caractères innés (*hilaq*) déterminés dans leurs corps ; leurs corps sont disposés selon une modalité et des natures (*amzija*) déterminées et leurs âmes sont préparées et dirigées vers des connaissances, des représentations et des imaginations par des proportions (*maqâdîr*) déterminées quantitativement et qualitativement. Celles-ci leur sont plus faciles que les autres. Leurs corps sont aussi disposés à subir des impressions selon des matières et des mesures déterminées qualitativement et quantitativement — elles leur sont plus aisées — et leurs organes sont préparés à ce que leurs mouvements aillent vers certains côtés et des directions qui leur sont plus aisés que leurs mouvements vers d'autres côtés et dans d'autres directions. » *Kitâb al-Hurûf*, par. 114, p. 134, 21-135, 5.

Nous sommes ainsi renvoyés à une nature, à des dispositions naturelles, qui mettent tous les hommes dans une situation initiale analogue, sans que personne ne soit plus favorisé ou privilégié qu'un autre.

pureté tous désirent l'apprendre et ont traduit leurs propres œuvres en arabe, alors que les détenteurs du Coran n'éprouvent absolument pas le besoin de le traduire en une autre langue. Sa perfection découragerait d'ailleurs toute entreprise de traduction. On ne peut, en effet, rendre dans leur exactitude les termes arabes ni leur concision[6]. A toutes ces raisons s'en ajoutent de plus techniques. Toutes les lettres qui existent sont au nombre de trente-trois et ont une réalité propre ; les différentes langues auront recours à un certain nombre d'entre elles. Toutes ne sont pas nécessaires pour une langue donnée qui en utilisera un nombre plus ou moins important. Seul l'arabe a su trouver l'équilibre avec ses vingt-huit lettres, en utilisant uniquement ce qui est nécessaire pour ses besoins, ni trop de lettres ni trop peu[7]. Et c'est par le recours à l'arithmétique que Râzî prouvera l'excellence du choix fait par l'arabe de ses vingt-huit lettres : chacune des lettres arabes est en effet associée à un nombre qui exprime sa valeur numérique : pour ce faire, l'arabe recourt à trois séries de neuf lettres, la première pour les unités de un à neuf, la seconde pour les dizaines de dix à quatre-vingt-dix, et la troisième pour les centaines de cent à neuf cents. Avec une dernière lettre pour mille le compte des vingt-huit lettres est atteint et la numération assurée[8]. C'est dire que le système de valeur numérique utilisé par les arabes pour la numération vient confirmer la perfection du choix opéré par eux de leur ensemble de vingt-huit lettres.

La position de Farabi sera très différente. Et tout d'abord, on ne trouve pas chez lui d'idée préconçue sur le statut et la nature des langues en général et de la langue arabe en particulier. Nous verrons que sa conception de la langue relève de l'immanence et non de la transcendance.

L'analyse que Farabi va développer dans le *Kitâb al-Hurûf* sur la formation de la langue et des sciences, ainsi que des langues des spécialistes, fait intervenir des principes que nous verrons se dégager progressivement. S'il s'appuie sur certains présupposés, comme cela est nécessaire pour toute argumentation, ces présupposés portent sur les modalités d'élaboration des connaissances premières et du langage, ce ne sont pas des jugements de valeur sur les différentes langues.

---

(6) *Zîna*, I, 61, 15-62, 22.
(7) *Zîna*, I, 64 sq.
(8) *Zîna*, I, 68-70.

est la plus parfaite des langues du fait que Dieu l'a choisie comme langue de sa révélation à son prophète Mohammed. Ils poursuivront cette réflexion en montrant que ce choix divin repose sur des qualités intrinsèques et techniques de la langue arabe. Pour *Shâfi'î* (767-820), il ne fait aucun doute que « la langue arabe est la plus vaste des langues quant au contenu, et celle qui possède le plus grand nombre de termes » et il poursuit « nous ne connaissons aucun homme, à part le Prophète, qui ait pu enserrer l'ensemble des connaissances qui s'y trouvent. »[1] Cette idée de l'excellence de la langue arabe sera reprise par Abû Hâtim al-Râzî (m. 933/34) dans son très intéressant ouvrage *Kitâb al-Zîna fî-l-kalimât al-islâmiyya*[2] *al-'arabiyya*. Il commence par développer la fonction sacrée de l'arabe qui est la langue du Coran : « on raconte que Mohammad faisait un jour la description du ciel, de l'éclair et de la nuée lorsqu'un homme lui déclara : "nous n'avons trouvé personne parlant une meilleure langue que toi". Il lui répondit : "je suis fondé à être tel car le Coran a été révélé dans ma langue, une langue arabe claire". »[3] C'est sur le Coran que repose la justification du caractère de l'arabe, mais en même temps on peut discerner ici la raison du choix, car la langue de Mohammed est une langue arabe claire. C'est ce croisement des raisons et des justifications que nous trouvons fréquemment comme l'a bien mis en valeur Claude Gilliot dans son analyse du raisonnement de Tabarî dans son introduction du *Jâmi' al-bayân fî ta'wîl al-Qur'ân*, « la conclusion du raisonnement est déjà contenue dans les prémisses, ou, mieux, les prémisses sont puisées dans la conclusion. »[4]

Ce qui est particulièrement intéressant chez Abû Hâtim Al-Râzî c'est la série de raisons qu'il avance pour justifier sur un plan purement matériel ou technique, pourrions-nous dire, l'excellence de la langue arabe. Il reconnaît tout d'abord l'excellence de quatre langues, l'arabe, l'hébreu, le syriaque et le persan pour affirmer que l'arabe est la plus excellente des quatre, la plus pure, la plus parfaite, la plus complète, la plus agréable et la plus claire[5]. A quoi il faut ajouter que du fait de sa

(1) *Risâla*, n° 167, p. 48, édition Ahmad Mohammad Châkir, le Caire s.d.

(2) Édition Husayn b. Fayd Allâh al-Hamdânî li-l-dirâsât al-islâmiyya, tome 1 en 1957 et tome 2 en 1958.

(3) *Zîna*, I, 145, 2-3.

(4) Voir communication à la Société Asiatique le 13/12/1985.

(5) *Zîna*, I, 61, 6-14.

Al-Farabi et sa conception de la langue

J. LANGHADE

C.E.R.M.A.M.

Université Michel de Montaigne-Bordeaux 3

Nous voudrions, dans cette communication, montrer l'originalité de la conception qu'al-Farabi s'est faite de la langue. Il a vécu à une époque où les questions de langue intéressaient les esprits et durant laquelle de nombreux penseurs se sont exprimés à leur sujet. Nous verrons que, si la réflexion sur la langue dans un milieu arabe et musulman est marquée par certaines contraintes, si la question de l'origine de la langue arabe commençait à agiter de nombreux esprits au cours du IV^{ème}-X^{ème} siècles, il ne se laissa pas entraîner dans des conceptions prédéfinies ni dans des problématiques communément répandues. Il sut développer une conception originale dans laquelle il s'intéressa aux questions de la langue sans idées préconçues et dans laquelle il considéra la langue arabe à l'instar des autres langues et sans quitter le domaine de l'immanence pour se réfugier dans celui des explications transcendantes.

Dans une société arabo-musulmane, la question de la langue en général devient presque toujours celle de la langue arabe en particulier et celle-ci est considérée comme une langue à part. Certes, le Coran reconnaît l'existence d'autres langues que l'arabe, et elles ont pu être les langues d'une révélation et de fait, d'autres langues ont servi aux prophètes, chaque prophète envoyé par Dieu s'exprimant dans la « langue de son peuple » (*sourate Ibrahîm, 14, 4, bi-lisân qawmihi*). Certes d'autres langues que l'arabe seront considérées comme des « langues sublimes de vérité » (*lisân sidqin 'aliy*) (*sourate Maryam, 19,50*). Mais, si l'on y prête attention, aucune langue n'est nommée ou définie dans le Coran si ce n'est la langue arabe, dont il sera précisé que c'est une « langue arabe claire » *lisân 'arabî mubîn,* la langue de la révélation coranique.

C'est en fonction de ce rôle privilégié de l'arabe comme langue du Coran que beaucoup de penseurs arabes défendront l'idée que l'arabe

WIEDEMANN, E. (1913-1916), «*al-Karastun*», «*Mizan*», *in First Encyclopaedia of Islam*, first edition, Leiden : E. J. Brill (réimprimé Leiden : E. J. Brill, 1993) ; vol. 4, pp. 757-760 ; vol. 5, pp. 530-539.

WIEDEMANN, E. (1970), *Aufsätze zur Arabischen Wissenschaftsgeschichte*, Hildesheim/New York : G. Olms, 2 vols.

WIEDEMANN, E. (1984), *Gesammelte Schriften zur arabisch-islamischen Wissenschaftsgeschichte*, Frankfurt am Main : Institut für Geschichte der Arabisch-Islamischen Wissenschaften, 3 vols.

WOEPCKE, Franz (1851), «Notice sur des traductions arabes de deux ouvrages perdus d'Euclide», *Journal asiatique*, 4ème série, vol. 18, pp. 217-247.

MAZAHERI, Aly (1960), « L'origine chinoise de la balance "romaine" », *Annales. Economies-Sociétés-Civilisations*, Paris, n° 5, pp. 833-851.

MICHELI, Gianni (1995), *Le origini del concetto di macchina*, Firenze : Leo S. Olshcki editore.

MOODY, Ernest & CLAGETT, M. (1960), *The Medieval Science of Weights* (Scientia de Ponderibus), Madison : University of Wisconsin Press.

MORÉLON, Régis (1987), *Thabit ibn Qurra : Œuvres d'astronomie*, texte établi et traduit par R. Morélon, Paris : Les Belles Lettres.

ROSE, Paul Lawrence, & DRAKE, Stillman, (1971), « The Pseudo-Aristotelian *Questions of Mechanics in Renaissance Culture* », *Studies in the Renaissance*, vol. 18, pp. 65-104.

ROZHANSKAYA, M. M. & LEVINOVA, I. S. (1983), « Al-Khazini. *Kniga vesov midrosti* » [Le Livre de la balance de la sagesse], traduction russe dans *Nauchnoye nasledstvo* [L'héritage sientifique], Moscou, vol. 6, pp. 15-140.

ROZHANSKAYA, M. M. (1996), « Statics », *in Encyclopaedia of the History of Arabic Science*, edited by Roshdi Rashed with the collaboration of Régis Morelon, London and New York : Routledge, 3 vols. ; vol. 2, pp. 614-642.

SAUVAIRE, Henri (1877), « On a Treatise on Weights and Measures by Eliya Archbishop of Nisibin », *Journal of the Royal Asiatic Society*, vol. 9, pp. 291-313.

SAUVAIRE, H. (1880), « A Treatise on Weights and Measures by Eliya Archbishop of Nisibin. Supplement », *Journal of the Royal Asiatic Society*, vol. 12, pp.110-125

AL-THA[c]ALIBI, abi Mansur b. Isma[c]il (1981), *Fiqh al-lugha*, édité par Louis Cheikho, Tunis-Tripoli : al-Dar al-[c]arabiya li-l-kitab (réimpression de l'édit. de Beyrouth : Imprimerie catholique, 1938).

WIEDEMANN, E. (1911-12), « Die Schrift, ber den Qarastun », *Biblioteca Mathematica*, vol. 12, n° 3, pp. 21-39.

IBN AL-UKHUWWA, Dhia' al-Din Muhammad (1938), *Ma^c^alim al-qurba fi ahkam al-hisba*, édité par Reuben Levy, London: Cambridge University Press, Gibb Memorial Series, New Series, XII.

IBN SIDA, abi al-Hassan ^c^Ali b. Isma^c^il al-Andalusi (s. d.), *al-Mukhassas fi al-lugha*, Beirut: al-Maktab al-tijari li an-tiba^c^a wa t-tawzi^c^ wa n-nashr, 5 vols.

JAOUICHE, Khalil (1976), Le «*Livre du qarastun*» de *Thabit ibn Qurra. Etude sur l'origine de la notion de travail et du calcul du moment statique d'une barre homogène*, Leiden: E. J. Brill.

KAHALA, Muhammad Ridha (1961), *Mu^c^jam al-mu'allifin fi tarajim musannifi al-kutub al-^c^arabiya*, Damas: Matba^c^at al-taraqi, 15 vols.

KHANIKOFF, N. (1860), «Analysis and Extracts of *Kitab Mizan al-Hikma*, an Arabic Work on the Water -balance, written by 'al-Khazînî in the Twelfth century. By the Chevalier N. Khanikoff, Russian Consul-general at Tabriz, Persia», *Journal of the American Oriental Society*, vol. 6, pp. 1-128.

AL-KHAWARIZMI, Abu ^c^abd-Allah Muhammad b. Ahmad al-Katib (1968), *Liber Mafatih al-Ouloum. Explicans vocabula technica scientiarum tam Arabum quam peregrinorum*, édité par G. Van Vloten, Leiden: E. J. Brill, 2^ème^ édition.

AL-KHAZINI, abu al-Fath ^c^Abd al-Rahman (1940), *Kitab Mizan al-Hikma*, Hyderabad: Da'irat al-ma^c^arif al-^c^outhmaniya.

AL-KHAZINI, A. A. (1947), *Kitab Mizan al-Hikma*, édité par Fu'ad Jami^c^an, Le Caire.

KNORR, Wilbur Richard (1982), *Ancient Sources of the Medieval Tradition of Mechanics: Greek, Arabic and Latin Studies of the Balance, supplemento agli Annali dell'Istituto e Museo di Storia della Scienza*, Anno 1982-Fascicolo 2 (Monografia N° 6), Firenze: Istituto e Museo di Storia della Scienza.

LAESSOE, Jørgen (1953), «Reflexions on Modern and Ancient Oriental Water Works», *Journal of Cuneiform Studies*, New Haven, vol. 7, pp. 5-26

BROCKELMAN, Carl (1977), *Tarikh al-adab al-ᶜarabi*, traduction arabe, vol. 4, al-Qahira : Dar al-maᶜarif.

BUCHNER, E. (1920-21), « Die Schrift, ber den *Karastun* von Thabit b. Qurra », *Sitzungsberichte der Physikalisch-Medizinischen Sozietät in Erlangen*, 52-53, pp. 141-188.

AL-DJAHIZ, abu ᶜUthman ᶜAmr b. Bahr (s. d. [1969]), *Risalat al-tarbiᶜ wa l-tadwir*, édité par Fawzi ᶜAtwi, Beyrouth : al-Sharika al-lubnaniya li-l-kitab.

DOZY, A. (1927), *Supplément aux dictionnaires arabes*, 2ème édition, Leiden-Paris.

HALL, Robert E. (1970-80), « al-Khazini », *Dictionary of Scientific Biography*, edited by Charles Gillispie, New York : Scribner's & Sons ; vol. 7, pp. 334-351.

AL-HASSAN, A. Y., editor (1981), *Banu Musa : Kitab al-hiyyal*, Aleppo : Institute for the History of Arabic Science.

HÉRON d'Alexandrie (1988), *Les mécaniques ou l'élévateur des corps lourds*, texte arabe de Qusta ibn Luqa établi et traduit par B. Carra de Vaux, introduction de D. R. Hill, commentaires par A. G. Drachmann, Paris : Les Belles Lettres.

HILL, DONALD R., (1979), *The Book of Ingenious Devices. An Annotated Translation of the Treatise of Banu Musa*, Dordrecht : Reidel ; reprinted Islamabad, 1989.

HILL, D. R. (1984), *History of Engineering in Classical and Medieval Times*, London : Croom Helm.

HILL, D. R. (1993), *Islamic Science and Engineering*, Edinburg : Edinburg University Press.

IBN ABI USAYBIᶜA, Muwaffaq al-Din (1965), *ᶜUyun al-anba' fi tabaqat al-atibba'*, édité by Nizar Ridha, Beirut : Dar maktabat al-hayat.

HOGENDIJK, J an P. (1984), « Greek and Arabic Constructions of the Regular Heptagon », *Archive for History of Exact Sciences*, vol. 30, pp. 197-330.

IBN AL-NADIM, Yaᶜqub (s. d.), *al-Fihrist*, Le Caire : al-Maktaba at-tijariya.

Bibliographie

ABATTOUY, Mohamed (1996), *The History of Arabic Sciences : A Selected Bibliography*, Berlin : Max Planck Institut für Wissenschaftsgeschichte, Preprint n° 53, 33 pp.

ABATTOUY, M. (1997), « Arabic Tradition of Mechanics and Engineering : General Survey and Prospects for Future Research », communication présentée devant le *Workshop on Experience and Knowledge Structures in Arabic and Latin Sciences* (Berlin, Max Planck Institut für Wissenschaftsgeschichte, 16-17 décembre 1996). A paraître courant 1997 dans les Actes du Workshop, édités par M. Abattouy & P. Weinig, Berlin : Max Planck Institut für Wissenschaftsgeschichte.

ABATTOUY, M. & WEINIG, Paul (1997a), « Description of two Arabic Scientific Codexes : Berlin Staatsbibliothek, Ahlwardt Mf. 228 and Mq. 559, now in the *Biblioteka Jagiellonska in Krakow* », à paraître

ABATTOUY, M. & WEINIG, Paul (1997b), » Arabic Tradiction of the Balance : Texts and Context », à paraître dans *Science in Context* (Cambridge University Press).

ABATTOUY, M. & WEINIG, Paul (à paraître), *Arabic Tradition of Writings on the Balance and Weights. Critical texts, English translations, and commentaries*, Projet de recherche en cours de réalisation à l'Institut Max Planck d'Histoire des Sciences, Berlin.

AL-BIRUNI, abu al-Rayhan Muhammad b. Ahmad (1934), *Kitab al-tafhim li-awa'il sina'ati al-tanjim* [Book of the instruction in the elements of the science of astrology], edited by R. R. Wright, London : Luzac and C°.

AL-BIRUNI, Abu al-Rayhan (1983), *Maqala fi al-nisab allati bayna al-filizat wa al-jawahir fi al-hajm*, traduction russe par M. M. Rozhanskaya & B. A. Rozenfled, *Nauchnoye nasledstvo* [Héritage scientifique], Moscou, vol. 6 : pp. 141-160.

BROCKELMAN, Carl (1943-49), *Geschichte der arabischen Litteratur*. Leiden : E. J. Brill, 2 vols., 2ème édition [1re édit. 1898-1902] ; plus 3 Suppléments, 1937-42, Leiden : E. J. Brill.

à peser. Par conséquent, si une substance était pesée dans l'air, le disque devrait automatiquement indiquer son poids dans l'eau. Le degré extraordinaire de précision atteint avec cette balance était dû à la longueur du levier, à la méthode ingénieuse de suspension, au fait que le centre de gravité et l'axe d'oscillation étaient très proches l'un de l'autre et, bien sûr aussi à la construction apparemment très efficace et très précise de l'ensemble de l'instrument. Pour illustration, al-Khazini a affirmé avoir atteint une précision de près de 1 : 60,000[40].

En conclusion, la balance de la sagesse décrite et construite par al-Khazini représente le point culminant de siècles de développements dans la science des poids et de la détermination des gravités spécifiques. Les premières réalisations importantes dans ce domaine ont été accomplies par les savants et mécaniciens grecs, dont la contribution a été portée à un haut niveau de sophistication et de complexité par leurs successeurs musulmans. Dans la tradition scientifique islamique, la balance d'al-Khazini représente l'un des instruments les plus complexes et les plus précis qui aient été construits à des fins de mesure.

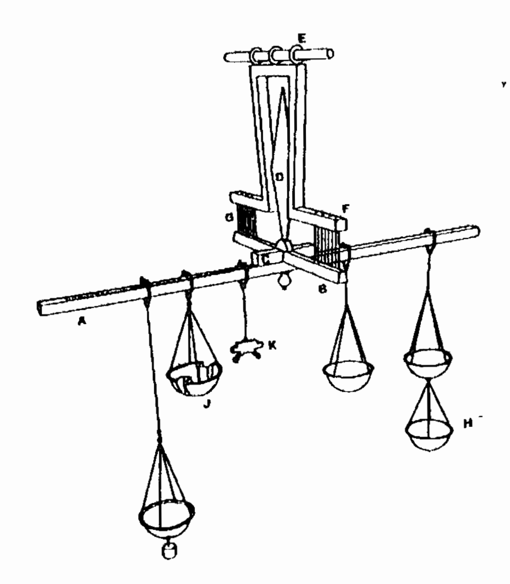


Fig. 14 : Reconstruction moderne de mizan al-hikma

---

(40)Dans cette description de la balance de la sagesse, je m'appuie sur le compte rendu détaillé fourni par al-Khazini lui-même (al-Khazini 1940, pp. 93-108) et sur les descriptions sommaires faites par E. Wiedemann (1913-16, pp. 532-533) et par D. Hill (1993, pp. 68-69).

corps à peser est immergé, et cela est la fondation de la balance de la sagesse» (al-Khazini 1940, pp. 5-6).

Al-Khazini donna les détails de la construction et de l'usage de sa balance avec une grande précision. Le levier A était en fer ou en bronze. Sa section transversale avait une forme carrée avec des côtés mesurant près de 8 cm, tandis que sa longueur atteignait 2 mètres. Une pièce rigide C était soudée au centre du levier, au même point où la pièce transversale B était fixée, les deux pièces ayant une position perpendiculaire l'une par rapport à l'autre. Le bout inférieur du couteau (*al-lisan*) D (qui a une longueur de près de 50 cm) passait à travers un trou dans les deux pièces B et C et se fixait au levier par un clou visible au-dessous de la balance. Le couteau D était entouré d'une pièce métallique protectrice à laquelle était relié le support E de la balance. Deux pièces F parallèles à B comportaient des trous étroits qui correspondaient exactement à d'autres trous se trouvant dans B et auxquels ils étaient reliés par des fils. Un tel arrangement avait l'avantage d'éviter que l'axe de la balance ne générât un grand frottement, qui — autrement — aurait été considérable dans une machine aussi pesante.

La balance d'al-Khazini était pourvue de cinq plateaux destinés à rendre compte des gravités spécifiques des alliages et des pierres précieuses. Le plateau H, appelé *al-hakim* (le sage), servait à distinguer le vrai du faux. Il descendait dans l'eau et pour qu'il ne rencontre que peu de résistance lors de l'immersion, il a reçu une forme conique et pointait vers le bas. Le plateau J, appelé l'ailé ou le mobile (*al-mujannah* ou *al-munaqqal*), pouvait être déplacé pour être porté près des autres plateaux. Le poids curseur K (*al-rummanah al-saiyara ou rummanat at-ta^cdil*) servait, si nécessaire, à ajuster le poids du levier léger. Bref, ces plateaux se distinguaient par les caractéristiques essentielles suivantes: L et N étaient des coupes ou bassins servant dans l'air, H descendait dans l'eau, J avait une sorte d'ailes, et enfin K et P étaient respectivement un est un poids et une cuvette mobiles; la coupe H se suspendait d'au-dessous de la coupe L, autrement tous les autres plateaux et la *rummana* étaient suspendus du levier à partir de fins anneaux métalliques. Les coupes L et N (et par conséquent H aussi) ne pouvaient se mouvoir dans le sens de la longueur.

Le levier était gradué d'un bout à l'autre. En plus, des petits disques en argent étaient insérés dans le levier à différents points. La position de chacun de ces disques représentait la gravité spécifique de la substance

et aussi dans tout ce qui est lié à la détermination des gravités spécifiques, dans la distinction des métaux purs des faux comme dans l'examen de la composition des alliages et du changement des *dirhams* en *dinars*[39] et dans un grand nombre de transactions commerciales. Dans tous ces processus les plateaux sont mûs sur le levier jusqu'à ce que l'équilibre est obtenu ; la valeur recherchée peut, dans beaucoup de cas, être lue sur les divisions du levier.

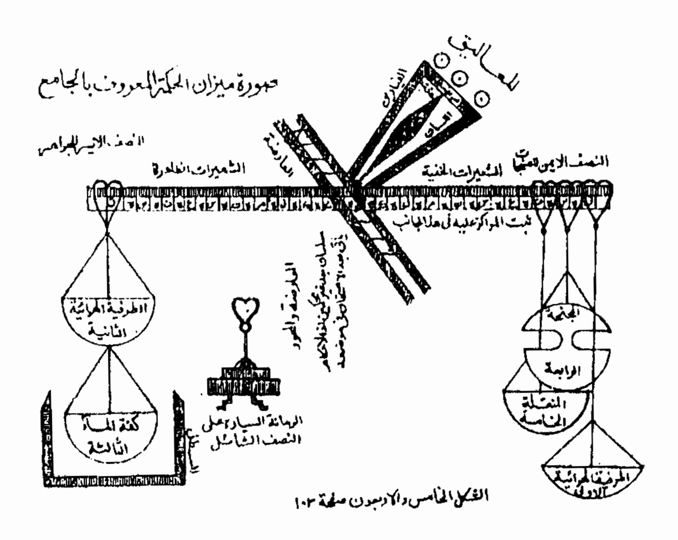


Fig. 13 : Figure de mizan al-hikma I : al-Khazini 1940, p. 103

Dans sa théorie de la balance, al-Khazini ne confond pas la théorie *d'al-qarastun* ou balance romaine avec celle de la balance hydrostatique, mais pour lui les deux balances sont fondées sur des considérations mathématiques et physiques :

« Cette balance juste est fondée sur des démonstrations géométriques et déduites de causes naturelles selon deux aspects : d'abord en ce qu'elle implique les centres de gravité, qui est la partie la plus élevée et la plus noble des sciences mathématiques, c'est-à-dire la connaissance du fait que les poids des corps de différentes quantités varient selon la différence de distance des poids qui leur résistent ; et sur cela repose al-qaffan ; ensuite en ce qu'elle implique une connaissance selon laquelle les poids des corps de différentes quantités varient selon la différence en rarité ou densité des liquides dans lesquels le

(39)Un *mithqal* = 4 ~ 4.5 grammes et 7 *mithqal* = 10 *dirhams* ; donc 1 *dirham* = 2. 8 ~ 3 grammes.

musulmans, *al-mizan al-tabi^ci* (la balance naturelle) *d'al-Razi* et de *mizan al-ma'* (la balance d'eau) d'^cUmar al-Khayyami. Les livres 5-7 décrivent de façon exhaustive *mizan al-hikma* (balance de la sagesse) *ou al-mizan al-jami^c* (balance universelle), qui fut développée dans un premier temps par abu Hamed al-Muzaffar b. Isma^cil al-Isfizari. Al-Khazini introduisit des raffinements supplémentaires sur la balance conçue par al-Isfizari et en fit, comme on peut en juger d'après la description détaillée qu'il en donna et qu'il accompagna de croquis et de dessins minutieux, une machine à peser robuste et sensible, capable de réaliser les pesages les plus fins, un instrument qui représenta le point culminant des inventions des savants musulmans dans cette branche de la mécanique et de la physique appliquée(38).

2. La balance de la sagesse

Comme il est dit par al-Khazini lui-même, les fonctions ou avantages réalisés par la balance de la sagesse sont multiples et variées. D'abord, une grande précision dans les pesages ordinaires, de même qu'elle permet de distinguer les métaux pures des contrefaçons et dévoile les constituants d'un corps composé de deux métaux quelconques sans qu'il soit nécessaire de les séparer et cela dans le temps le plus court et avec le moindre effort possible. Un autre avantage d'une telle balance est qu'elle montre la différence de poids de l'un de deux métaux sur l'autre dans l'eau quand leur poids dans l'air est le même, et indique que les rapports d'un métal à un autre en volume dépendent de leurs poids comparés dans deux milieux différents. Mais utilité la plus significative d'après al-Khazini consiste dans le fait que sa balance permet de reconnaître les pierres précieuses et de les distinguer des imitations avec lesquelles on pourrait les confondre (al-Khazini 1940, pp. 4-5).

En clair, les fonctions de la balance de la sagesse sont variées et multiples. Elle pourrait servir dans les opérations ordinaires de pesage

---

(38)La balance décrite par al-Khazini a été reconstituée par H. Bauerreiss, auteur d'une thèse à Erlangen: *Zur Geschichte des spezifischen Gewichtes im Altertum und Mittelalter*, (1913). Selon Wiedemann (1913-1936, vol. 5, p. 532 n. 1), ces reproductions étaient à Erlangen et au Deutsch Museum à Munich. Les croquis de la balance d'al-Khazini que l'on trouve dans les travaux historiographiques ont été tirés du travail de Bauerreiss. Il serait intéressant de savoir si une telle reconstitution moderne existe toujours à Munich ou ailleurs en Allemagne.

une force attirant tous les corps vers le centre de la Terre, une telle « attraction » ne dépendant que de la masse du corps[35].

Le Livre II commence par une discussion de l'équilibre des poids à partir d'un traité de Thabit ibn Qurra qui n'a survécu que dans la version ainsi reproduite par al-Khazini (voir plus haut, sect. 2). Ensuite est exposé le travail d'al-Isfizari sur diverses questions de l'équilibre : mouvement contraint de centres de gravité ; équilibre de la balance, construction d'une balance romaine et division de son levier, enfin la conversion des *qarastuns* d'un système de poids à un autre.

Le Livre III est composé d'extraits de travaux d'al-Biruni (m. ca. 1050). Les chapitres 1-3 reproduisent des parties du traité d'abu 'l-Rayhan *Maqala fi 'l-nisab allati bayna al-filizat wa al-jawahir fi al-hajm*, qui discute les problèmes des gravités spécifiques par la définition des volumes d'eau équivalents à des poids de référence (des métaux, des pierres précieuses et d'autres matériaux). Le texte d'al-Biruni constitue le plus important traité islamique de gravité spécifique[36]. Al-Khazini ne s'y est pas trompé, et il en reproduisit la majeure partie dans cette partie de son ouvrage, y compris sa description d'un instrument conique (*al-ala al-makhrutiya*) destiné à la mesure du poids spécifique. De surcroît, il utilisa cet instrument et effectua des tests sur divers matériaux. Les résultats de ces tests furent présentés dans des tableaux détaillés, mais al-Khazini reconnut qu'il ne faisait que reproduire les données obtenues par al-Biruni[37].

Les Livres IV-VII constituent la seconde partie de *Kitab mizan al-hikma*, consacrée à la description de diverses balances, et notamment à la balance universelle d'al-Isfizari - al-Khazini. Au livre 4 sont présentées et commentées plusieurs balances : d'abord celle attribuée à Archimède (d'après Ménelaus), et deux balances développées par des auteurs

---

(35)Sur ce point, voir l'analyse éclairante de R. Hall (1970-80), vol. 7, pp. 343-344 et M. Rozhanskaya (1996), pp. 620-630.

(36)A part son édition par al-Khazini, le traité d'al-Biruni nous est parvenu aussi dans plusieurs autres copies indépendantes, comme celle du Mss 223 de la Bibliothèque Saint-Joseph à Beyrouth. Voir la traduction russe du livre d'al-Biruni par M. M. Rozhanskaya et B. A. Rozenfled (al-Biruni 1983).

(37)D. Hill (1993, p. 66) a élaboré un tableau détaillé afin de comparer les valeurs en gravités spécifiques indiquées par al-Khazini et les confronta aux valeurs modernes. Il a conclu que les données d'al-Khazini étaient d'une grande précision.

n'aurions probablement rien su sans cette heureuse initiative, comme le texte de Thabit ibn Qurra sur la pratique de la balance *Fi sifat al-wazn wa ikhtilafihi*. Dans d'autres cas, les textes qu'il produisit mettent à la disposition des éditeurs modernes un outil précieux sous la forme de versions authentifiées riches en possibilités de comparaison et de commentaires.

Kitab mizan al-hikma est divisé en huit livres ou *maqalas*, qui peuvent être classés en deux parties essentielles (comme cela est signalé par al-Khazini lui-même (1940, p. 92): les livres 1-4 fournissent les fondements théoriques de la science de la balance en général et de la balance hydrostatique en particulier, ainsi qu'une description sommaire des balances proposées par ses prédécesseurs (qui fait l'objet des livres 3 et 4), tandis que les livres 4-7 sont consacrés à la description minutieuse de la balance universelle d'al-Isfizari – al-Khazini et de ses divers usages. Enfin, le livre 8 traite de deux variétés d'une balance-clepsydre pour déterminer le temps[34].

Le livre 1 établit les principes géométriques et physiques de base de la science de la balance, sous forme de propositions sur les centres de gravité, sur le lourd et le léger et sur la descente des corps dans l'eau et leur flottement à partir de sources grecs et arabes, sans démonstrations. La seule exception à cet égard est le chapitre 7 où est fournie une description détaillée de la construction et de l'usage de l'aréomètre de Pappus, un instrument pour déterminer les gravités spécifiques des liquides (al-Khazini 1940, pp. 28-33). Les travaux édités dans cette partie ne brillent pas d'une originalité particulière, du moins dans la forme où ils furent reproduits par al-Khazini, mais ils fournissent un témoignage vivant sur les connaissances de mécanique disponibles au XII[ème] siècle aux physiciens musulmans. D'un autre côté, certains de ces textes, notamment ceux d'al-Quhi et d'ibn al-Haytham relatifs au centre de gravité, recèlent une remarquable conception de la gravité comme une force universelle dans le monde terrestre. Suivant les principes de la physique aristotélicienne, la gravité (*al-thiql*) y est considérée comme

---

(34)Sur cet instrument voir R. Lorch 1981.

connaissait jusqu'à présent deux copies conservées en Inde : Mss Jami[c] Asafiya cat. I-125 à Hyderabad et Mss Juma Masjid 547 à Bombay. D'après des nouvelles qui m'ont été transmises en mai 1997 par Sonja Brentjes (Berlin), il semble que la copie de Bombay ait été perdue, mais Mme. Brentjes a eu la bonne fortune de signaler l'existence d'une copie supplémentaire à Hyderabad à la Andra Pradesh Oriental Manuscripts Library and Research Institute, Mss Asafiya Collection : Riyadi 120. Enfin une cinquième copie — partielle — fut découverte à al-Quods dans les années 1940. La copie Khanikoff a servi à une publication et traduction partielle parue au siècle dernier (Khanikoff 1860), tandis que la confrontation des deux copies indiennes à la photocopie de celle de Khanikoff a permis l'édition du texte arabe à Hyderabad (al-Khazini 1940, p. 169). Enfin, le manuscrit d'al-Quods a été transcrit et publié par Fu'ad Jami[c]an en 1947 au Caire. Reste à signaler que E. Wiedemann et T. Ibel fournirent des traductions allemandes de larges extraits du livre d'al-Khazini (Wiedemann 1984, Ibel 1908), et qu'une traduction russe complète a été publiée à Moscou récemment (Rozhanskaya & Levinova 1983). Cependant, une édition critique faite selon les standards et normes modernes et qui soit à la hauteur de la matière scientifique de l'ouvrage, fait toujours défaut. Pour cette raison, et pour réaliser le premier pas dans ce sens, nous avons décidé, Paul Weinig et moi-même, d'inclure l'édition d'au moins les deux premiers livres de *Kitab Mizan al-hikma* dans notre projet sur la tradition arabe de la balance.

1. LE PROGRAMME DE *KITAB MIZAN AL-HIKMA*

Le travail d'al-Khazini se présente en grande partie comme une encyclopédie des connaissances mécaniques sur la balance et les poids que l'auteur parvint à connaître, qu'il s'agisse de travaux grecs ou supposés tels ou d'œuvres de savants de *Dar al-islam*. Ainsi discuta-t-il les problèmes de la définition du lourd et du léger, le centre de gravité, l'équilibre stable et instable, aussi bien que la théorie des gravités spécifiques et quelques applications spéciales de la balance pour mesurer le temps, sans oublier la description minutieuse de la construction et du fonctionnement *d'al-mizan al-jami[c]* (la balance universelle) ou *mizan al-hikma* (la balance de la sagesse), qui est le sujet principal de la seconde partie du livre. L'approche synthétique d'al-Khazini eut le mérite de sauver de l'oubli plusieurs traités de mécanique dont nous

Toutes ces questions seront abordées en marge de l'édition critique du texte de Thabit et de son analyse interne et recevront probablement une réponse. D'autre part, la mise à jour des autres maillons de la tradition arabe de la balance aux IX^{ème} – XI^{ème} siècles et le dépouillement des textes que nous avons exhumé dernièrement permettront sans doute de résoudre l'énigme des relations de l'addendum du Mss Beyrouth avec le livre de Thabit et éclaireront sous un jour nouveau les relations possibles qui relient l'effort de théorisation déployé par le savant de Baghdad dans la science de la balance avec ses prédécesseurs grecs et l'impact de sa théorie sur ses contemporains et ses sucesseurs.

III. LA SYNTHÈSE D'AL-KHAZINI

Abu al-Fath ^{c}Abd al-Rahman Mansur al-Khazini[32] vécut vers dans la seconde moitié du XI^{ème} et au début du XII^{ème} siècle (vers 500 H) et, de ce fait, ne fut pas mentionné dans les sources islamiques de la période intérieure, mais Zuhair al-Din al-Bayhaqi lui consacra une biographie détaillée[33]. Esclave *rumi* à un certain moment de sa jeunesse, il reçut néanmoins une éducation soignée et entra au service du Sultan Mu^{c}iz al-Din abu Harith Sanjar de Khurassan, à qui il dédia son travail d'astronomie *al-Zij al-mu^{c}tabar al-sanjari*. Il a dû se convertir à l'islam et il est connu pour avoir vécu une vie d'ascèse et de dévotion. Sur le plan scientifique, il est fameux pour avoir été l'auteur de *Kitab Mizan al-Hikma* [Le Livre de la balance de la sagesse] qu'il compléta en 515 H (1121/1122). D'après un avis autorisé, ce livre est « the most important and compréhensive work on mechanics in the Midlle Ages, from any cultural area » (D. Hill 1993, p. 60).

Quatre copies de *Kitab mizan al-hikma* étaient répertoriées jusqu'à présent. Une cinquième vient d'être mise à jour en Inde. La plus importante et la plus vieille semble être celle découverte en Iran au siècle dernier par N. Khanikoff et déposer actuellement à Saint Petersburg (Bibliothèque Nationale Russe, collection Khanikoff, Mss 117). On

---

(32)A ne pas confondre avec abu Ja^{c}far al-Khazin né vers 960, comme astronome et mathématicien et auteur du fameux *Zij al-Safa'ih*.

(33)Sur le travail d'al-Bayhaqi, voir Wiedemann « Einige Biographien nach al-Baihaki », publié en 1910, maintenant dans Wiedemann 1984.

La proposition 8 aborde ensuite le cas où l'axe est pesant :

« Abordons à présent le cas dans lequel l'axe est pesant. Soit une barre rectiligne et homogène, d'épaisseur uniforme, suspendue en l'un de ses points non situé au centre. Nous voulons savoir quelle quantité de poids [*miqdaru th-thiql*] il faut appliquer à l'extrémité du bras le plus court de la barre pour la maintenir en équilibre parallèlement à l'horizon » (*ibid*, pp. 164-165).

Cette proposition est la seule qui traite directement de la balance inégale et clôt le traité du *qarastun* comme il nous est parvenu dans ses versions arabes et latine. Sa démonstration aurait pu être fort simple, mais Thabit y fait preuve de certaines lourdeurs et maladresses[31].

Comme signalé plus haut, le Mss 223 conservé à Beyrouth et qui comprend une copie de *Kitab fi 'l-qarastun* comporte deux passages auxquels rien ne correspond dans les deux autres copies arabes connues du traité de Thabit. Il s'agit du scolie discuté auparavant et de l'appendice intitulé *Ziyyada fi 'l-qarastun*. Le texte de cet appendice qui vient à la suite du *Kitab de Thabit*, auquel il n'existe aucun équivalent dans les autres copies de *Kitab fi 'l-qarastun* ni même dans la version latine, est d'un grand intérêt théorique, puisqu'il amplifie les principaux résultats du travail de Thabit et en éclaire la problématique. Cet appendice peut être mis en rapport avec le texte de Thabit à plus d'un titre, au moins à cause de la similitude terminologique frappante qui existe entre les deux textes et qui comprend le vocabulaire de base aussi bien que les mots techniques.

L'appendice en question se compose de cinq propositions ; les deux premières ne font qu'appliquer le résultat du théorème de substitution ou proposition 6 de *Kitab fi 'l-qarastun* tandis que les trois dernières établissent une procédure pour calculer la valeur du contrepoids qui maintiendrait en équilibre un levier divisé autant de fois que l'on veut. Comme signalé plus haut, il est possible que cet appendice eût été écrit par Thabit et porté, à une certaine époque, le titre de son ouvrage intitulé *Sabil al-athqal*, mais cette hypothèse nécessite de plus amples investigations.

---

(31)Jaouiche, pp. 140-142, 176-177 n° 63.

simplifiée, il affirme que si un poids étendu, conçu comme un solide uniforme déployé le long d'un bras de la balance, est remplacé par un poids qui lui est égal et qui est suspendu du point médian de ce solide, l'état d'équilibre de la balance ne sera pas rompu. Comme elle est développée dans les versions arabes du traité, la démonstration du théorème repose sur une mise en œuvre ingénieuse de la méthode d'exhaustion ou de raisonnement par l'absurde. Partant de l'état d'équilibre dans lequel le poids Z contrebalance efficacement le poids de la section étendue le long de l'autre bras de la balance, si cette section est remplacée par un poids égal T suspendu du milieu H, le système restera en équilibre.

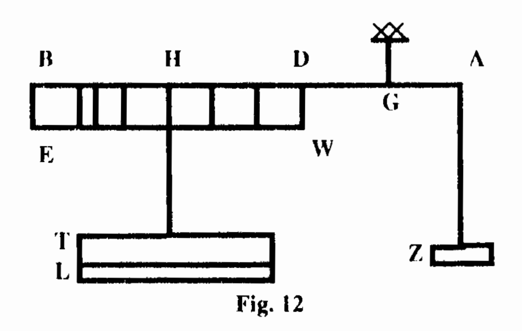


Fig. 12

Soit l'axe AB — considéré comme une ligne droite — suspendu de G [fig. 12], on applique sur la totalité du segment DB un poids réparti continûment et uniformément le long de ce segment et on obtient la barre DBEW. Suspendons le poids Z au point A et supposons que AB soit alors parallèle à l'horizon. Divisons DB en deux moitiés au point H et Ôtons le poids DBEW de l'axe auquel il est appliqué et contractons-le pour le rendre équivalent au poids T et appliquons-le en H : il en résultera que AB demeurera parallèle à l'horizon. La démonstration, élaborée sur un mode indirect, consiste à prouver que l'axe ne s'inclinera ni du côté de A ni du côté de B et se conclut par : « Si donc nous contractons le poids DBEW pour le suspendre au point H, l'équilibre sera établi parallèlement à l'horizon. C'est ce que nous voulions démontrer » (*ibid*, p. 165)[30].

---

(30) La démonstration est longue et fastidieuse et ne doit pas nous occuper ici ; voir Jaouiche 1976, pp. 156-165 et pp. 89-109, 132-142. Sur la différence de traitement de cette proposition dans les versions arabe et latine et les conclusions que l'on peut en tirer, voir Knorr 1982, p. 49 sq.

le rapport de la partie du poids E contrebalancée par H au poids W = ZG / GA. Maintenant, si nous joignons W et H, le rapport E à W = GB + GZ / GA. De même (partant de W = H), E / W + H = BG + ZG / 2GA = _(BG + GZ) / _(GA × 2). Mais _(BG + GZ) = GT et _(GA × 2) = GA ; par conséquent E / W + H = TG / GA. Puisque W + H = K et E / K = GT / GA, si l'on suspend K de T, AB sera en équilibre *(ibid)*.

La proposition 5 a la forme d'un corollaire affirmant que l'équilibre de l'axe ne sera pas dérangé même si un nombre quelconque de poids sur un côté de l'axe est remplacé par leur somme suspendue du point situé en leur milieu[29]. Plus encore, procédant à un véritable passage à la limite, Thabit affirme que « nous sommes ainsi amenés à dire que si l'on répartit le poids K d'une façon continue et uniforme entre les points B et Z, l'axe AB demeurera parallèle à l'horizon. On peut, par la [seule] réflexion, admettre un tel énoncé ; mais on peut aussi lui consacrer une proposition et en faire l'objet d'une démonstration » (*ibid*, pp. 154-157).

La proposition 6, la plus intéressante de *Kitab fi 'l-qarastun*, est destinée justement à élaborer une telle démonstration :

> « Soit un axe suspendu en l'un de ses points. Considérons-le comme entièrement réductible à une ligne droite. Supposons qu'un poids uniforme soit réparti d'une façon continue et uniforme le long du segment de cette ligne qui suit immédiatement l'une de ses extrémités - comme dans le cas des fléaux de balances, dont l'épaisseur est uniformément répartie. Supposons qu'en suspendant à l'autre extrémité de l'axe un poids quelconque, il soit en équilibre parallèlement à l'horizon. [Je dis que] si on ôte le poids [uniformément étendu], qu'on le contracte et qu'on le suspende au point situé au milieu de ce segment, l'axe demeurera en équilibre parallèlement à l'horizon » (*ibid*, pp. 156-157).

Ce « théorème de substitution des poids » confère au traité d'ibn Qurra tout son intérêt en raison de son importance décisive pour la résolution du problème de l'équilibre du levier pesant. Dans sa formulation

(29)Thabit indique que même si l'on suspendait de la ligne BZ « un nombre quelconque de poids, fût-il infini [*law ʿuliqat... athqalun kam kanat wa-law annaha bila-nihaya*] », cela ne changerait rien à l'équilibre de l'axe. Pris au pied de la lettre, cela reviendrait à nier qu'un nombre infini de poids égaux ne donnerait pas au bras du levier un poids infini. Selon toute vraisemblance, comme le pense Jaouiche (1976, p. 133), Thabit voulait indiquer quelque chose comme « un grand nombre de poids ».

Après exposition de deux manières de construire la balance inégale («comme il arrive dans les qarastuns de nos jours», *ibid*, p. 186) le scolie se termine ainsi :

> «Ces théorèmes sont ceux par lesquels on déduit la quantité de poids qui est suspendue au bout de la plus petite des deux parties d'une barre pesante et dense, uniformément épaisse dans toute sa longueur et qui est divisée en deux parties différentes, de telle sorte qu'elle devient parallèle à l'horizon quand elle est suspendue de ce point, sans que rien ne soit suspendu au bout de la plus grande partie» (ibid, p. 188).

Un lemme (Jaouiche 1976, pp. 150-151) montre ensuite que les poids déplacés le long de la barre horizontale ne dérangent pas l'équilibre. Cette propriété est démontrée dans la proposition 4 qui affirme que le moment statique de deux poids appliqués à l'un des bras du levier est identique à celui d'un poids égal à la somme des deux poids donnés et appliqué au milieu de la distance qui les sépare (ibid, pp. 152-153).

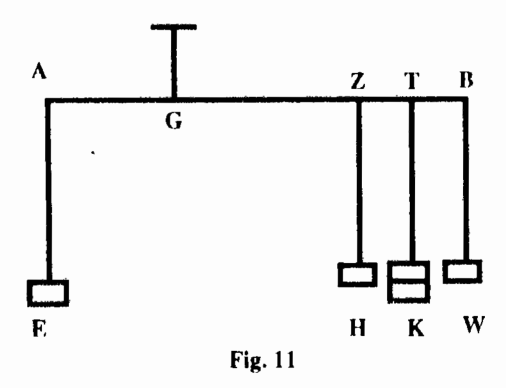


Fig. 11

Soit l'axe AB suspendu au point G [fig. 11]. Appliquons à l'un de ses côtés, au point A, le poids E. Appliquons de l'autre côté deux poids, W à l'extrémité B et H au point Z, situé entre B et G ; supposons que l'axe soit alors en équilibre. Si nous divisons BZ en deux parties égales au point T, que nous assemblions les poids W et H et que nous les déplacions pour les appliquer au point T, comme l'est K, l'axe AB demeurera en équilibre.

En effet, lorsqu'ils étaient suspendus de B et Z, l'axe était en équilibre parce que H et W contrebalançaient chacun une partie E proportionnelle respectivement à BG / GA et ZG / GA. Mais W étant égal à H,

des deux segments de la droite à l'autre. Comme on le voit, le cas non symétrique est déduit du cas sysmétrique par la prolongation du bras droit du levier et par la mise en mouvement du poids droit, la quantité du poids gauche devant être connue pour réaliser l'équilibre[28].

L'expression utilisée pour exprimer le rapport inverse corrélatif à la loi du levier (*thiklani mutanassibani bi-qismayhi mutakafi'ani lahouma*) est pour le moins surprenante, mais il est évident que cette «proportionnalité par équivalence» (*al-nisba ʿala takafu'*) signifie un «rapport inverse» entre les poids suspendus et leurs distances du point de suspension, comme en témoigne explicitement al-Biruni (XIème siècle) dans son *Kitab al-tafhim*, où la balance *qarastun* est présenté comme illustration de ce rapport (voir al-Biruni 1934, p. 17).

La copie conservée à Beyrouth de *Kitab fi 'l-qarastun* comporte à cet endroit un scolie qui correspond à l'épilogue qui clôt la version latine du *Liber karastonis* (Moody & Clagett 1960, pp. 114-117), sous la forme d'une longue digression sur la construction et l'usage du *qarastun* et qui rappelle par certains aspects la matière du petit traité *Fi sifat al-wazn*. Le scolie commence par l'évocation de la loi du levier:

> «La théorie du *qarastun* est prouvée par cette prémisse qui précède, selon laquelle chaque ligne divisée en deux parties inégales, auxquelles on suspend deux poids dont le rapport de l'un à l'autre est comme le rapport de l'une des parties de cette ligne à l'autre inversement [*ʿala al-mukafa'a*], si cette ligne est suspendue à partir du point qui la divise elle sera parallèle à l'horizon. Et cela par ce que si l'on prend une barre d'épaisseur uniforme et qu'elle soit divisée en deux parties inégales à un point et que celui-ci soit considéré comme son point de suspension, alors il résulte des propositions qui ont été avancées que l'on peut prendre la quantité de poids qui, s'il est suspendu à l'extrémité de la partie la plus courte, la barre restera en balance lorsqu'elle est suspendue de son point de suspension parallèlement à l'horizon» (Knorr 1982, p. 182).

---

(28)La validité de la loi du levier est subordonnée à une condition, à savoir la considération de l'axe de la balance comme une ligne droite et non pesante. Si la barre est pesante, on doit augmenter l'épaisseur du bras le plus court jusqu'à obtention de l'équilibre; la barre peut alors-être considérée comme une ligne sans poids. «On est alors ramené en ce qui concerne les poids suspendus... [aux] extrémités [du levier] et le maintiennent parallèle à l'horizon- au cas déjà traité de la ligne dépourvue de poids» (Jaouiche 1976, pp. 150-151).

[fig. 10] est divisée en deux segments inégaux au point G, si ce point reste fixe et que la droite est animée d'un mouvement de rotation, elle décrira deux secteurs semblables AA et BB qui appartiennent à deux cercles de rayons GA et GB. En d'autres termes, lorsque la ligne est mûe autour de G, les arcs que décrivent ses extrémités sont proportionnels aux longueurs de ses deux parties : BB / AA = BG / GA.

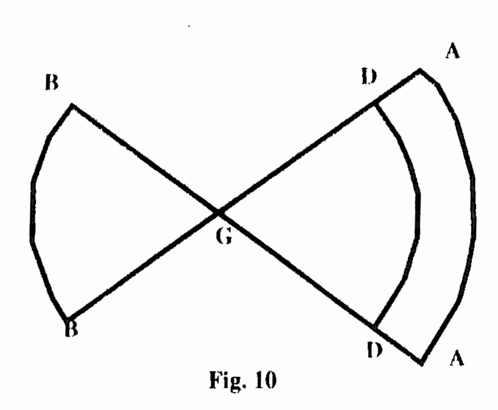


Fig. 10

Définissant la similitude des secteurs circulaires, cette proposition originale était destinée à fournir les notions géométriques nécessaires à la démonstration de la loi du levier énoncée dans la proposition 3 :

> « Je dis que si l'on suspend AB [fig. 10] au point G et que l'on applique à ses deux extrémités, en A et B, deux poids proportionnels et équivalents [*thiqlani mutanasibani bi-qismayhi mutakafi'ani lahuma*] à ses deux segments, [AB] sera parallèle à l'horizon » (*ibid.* pp. 148-149).

Enoncée ainsi en termes du diagramme, la loi du levier est suivie d'une démonstration pour les deux cas symétrique et non symétrique. En effet, prenons sur AG un segment GD égal à GB et appliquons en D un poids égal à celui appliqué en B, AB sera parallèle à l'horizon [fig. 10]. Si on incline alors vers le bas le poids qui est en D, le poids qui est en B le soulèvera et lui fera parcourir l'arc DD égal à l'arc BB, car GD est égal à GB. Si nous déplaçons alors le poids de D à A, celui-ci étant dans la position inférieure, et que nous voulions le soulever jusqu'à la position supérieure de A, il nous faudra augmenter le poids qui est en B de telle sorte que le rapport du poids total en B au poids qui est en A soit égal au rapport de l'arc AA à l'arc DD, lesquels sont parcourus en même temps alors qu'ils sont inégaux. Or ce rapport est égal au rapport de l'un

La proposition[26] qui ouvre *Kitab fi 'l-qarastun* établit un rapport général entre la distance de mouvement du mobile et la force qui le fait mouvoir, établissant ainsi la théorie de la balance sur une fondation dynamique de type aristotélicien: «Le rapport de deux distances parcourues par deux mobiles en deux temps [égaux] est égal au rapport de la force du mobile [qui parcourt] la distance plane à la force de l'autre mobile» (Jaouiche 1976, pp. 146-147). En d'autres termes, les distances traversées par deux mobiles dans le même temps sont proportionnelles aux forces de ces mobiles; ou bien les forces qui mettent en mouvement deux corps sont proportionnelles aux espaces traversés dans des temps égaux: $d_1 / d_2 = f_1 \{s_1\} / f_2 \{s_2\}$[27].

Ensuite, deux lemmes ou postulats affirment que toute «droite divisée en deux segments égaux et aux extrémités de laquelle deux poids égaux sont suspendus demeure parallèle à l'horizon si on la suspend par le point qui la divise en deux moitiés» et qu'il en est ainsi «même si les deux poids appliqués aux [extrémités] sont déplacés et suspendus à deux axes perpendiculaires à la droite et élevés à ses extrémités; [ces poids] demeurent ainsi en équilibre» (ibid).

Ces deux lemmes sont d'origine archimédienne: le premier est une paraphrase de la première partie du premier postulat du *Livre I de L'équilibre* des Plans d'Archimède: «Nous demandons que les poids égaux s'équilibrent à des distances égales», et on le retrouve aussi constituant le postulat I du *Livre d'Euclide sur la balance* (Woepcke 1851, p. 220). Le second est à quelques variantes près le second postulat du même livre (*ibid,* voir aussi Jaouiche 1976, p. 79)

La proposition 2 affirme que «toute droite divisée en deux segments inégaux en un point qui demeure fixe décrit, lorsqu'elle est animée tout entière d'un mouvement qui ne la ramène pas à sa position initiale, deux secteurs circulaires semblables ayant respectivement pour rayon le grand et le petit segment» (*ibid,* pp. 146-147). Ainsi la droite AB

---

(26)Je procède dans la numérotation des propositions d'après Wiedemann 1911-12 et d'après le Liber Karastonis, en attendant l'établissement d'un ordre strict qui découlerait de l'édition critique du texte sur la base de ses diverses versions disponibles.

(27)Cette proportionnalité est similaire à ce qu'on peut trouver chez Aristote: *Physique*, IV, 8, 215 a 24 sq.; 215 b 1-12; 216 a 11-16; VII, 5, 250 a 1-19; *De Caelo*, III 301 b 1 sq. Voir Jaouiche 1976, pp. 75-79.

certains aspects et il est tout à fait possible qu'il lui soit contemporain ou, du moins, que la date de rédaction des deux textes soit assez précoce. L'inspection des travaux de mécanique produits au cours des IX^ème^ et X^ème^ siècles apportera certainement des informations intéressantes sur l'auteur et la date de cette *Ziyada fi 'l-qarastun*. Un tel examen pourrait permettre aussi de savoir si ce texte est une production postérieure ou antérieure à la tradition arabe, essentiellement s'il s'agit d'une simple adaptation en arabe du *Liber de canonio*, dont l'original serait dans ce cas sans aucun doute un texte grec.

Kitab fi 'l-qarastun de Thabit est manifestement le traité le plus intéressant, historiquement et scientifiquement, des écrits arabes sur la balance qui nous soient parvenus. La théorie du *qarastun* y est organisée autour des conditions d'équilibre d'une barre homogène suspendue d'un point qui n'est pas en son milieu lorsque plusieurs poids en sont suspendus à divers endroits. Autrement dit, il s'agissait de déterminer le poids qui doit être appliquée à l'extrémité d'un fléau homogène afin de le maintenir en équilibre, quand ce même fléau est suspendu de l'un quelconque de ses points.

Dans sa théorie de la balance, Thabit combina des approches provenant de divers courants de l'histoire de la mécanique, notamment l'approche statique et géométrique d'Archimède et l'approche dynamique de type aristotélicien, similaire par certains aspects à ce qu'on peut trouver dans les *Problèmes mécaniques*(25). Ainsi, la loi du levier est précédée et annoncée par des lemmes archimèdiens et démontrée par l'introduction du mouvement circulaire du levier autour de son axe et par l'invocation des propriétés du cercle.

---

(25)Le *Problemata Mechanica* est un traité grec attribué à Aristote qui exerça une influence considérable sur les débats mécaniques au XVI^ème^ siècle (voir P. Rose & S. Drake 1971). Considéré comme le premier texte de mécanique que nous ayons reçu de l'Antiquité, il se présente sous la forme d'un traitement général — peu systématique — de quelques problèmes de mécanique qu'il réduit à la balance, et, partant, aux « merveilleuses propriétés » du cercle. Pendant longtemps, il fut attribué à Aristote mais cette attribution fut mise en doute au XIX^ème^ siècle. Mais plus récemment, des chercheurs prétendirent qu'il s'agit d'un texte authentiquement aristotélicien (voir Micheli 1995, pp. 23-35, 133-152). Apparemment complètement inconnu au Moyen Age, il a été redécouvert à la Renaissance et imprimé à Venise en 1497 à partir d'un manuscrit apporté de Constantinople. Sur la question de savoir si ce texte fut connu dans la tradition islamique, voir Abattouy 1997, section 1.

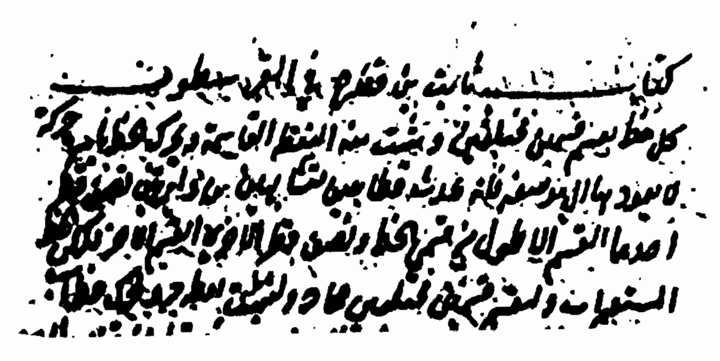


Fig. 9 : Berlin Staatsbibliothek, Ahlwardt Mq 559 (Maintenant à la Biblioteka Jagiellonska à Cracovie) : Kitab Thabit ibn Qurra fi 'l-qarastun, f. 218v

La copie de *Kitab fi 'l-qarastun* conservée à Beyrouth est suivie par un « appendice » portant le titre *Ziyyada fi 'l-qarastun*, écrite dans la même écriture que le traité de Thabit, auquel cet appendice se réfère à plusieurs reprises, ce qui indique qu'il n'y avait aucune confusion dans l'esprit du copiste qu'il s'agissait de deux textes distincts. Cet appendice a été traduit en allemand par E. Wiedemann (1911-12, pp. 35-39) et le texte arabe a été édité et traduit en anglais récemment par W. Knorr (1982, pp. 138-167). W. Knorr considéra ce texte comme une version arabe du *Liber de canonio*, un traité anonyme sur la balance transmis seulement en latin et dont on ne connaît ni l'origine ni la date de rédaction(24).

Thabit n'est apparemment pas l'auteur de cet « addendum », puisqu'il y est mentionné à la troisième personne et il est fait référence à son livre (« en vertu de ce qui a été prouvé dans les propositions 4 et 5 de Thabit ibn Qurra... », Knorr 1982, p. 140). Cependant, le texte partage la même problématique avec *Kitab fi 'l-qarastun*, dont il éclaire

---

(24)Le *Liber de canonio* (voir E. Moody & M. Clagett 1960, pp. 64-75 pour le texte latin et la traduction anglaise) est composé de quatre propositions et contenant une solution au problème de la barre pesante. Le texte procède à partir de la loi du levier dans le cas d'une barre non pesante avec des charges commensurables, avant d'analyser les conditions d'équilibre d'une barre homogène et pesante avec une charge suspendue à partir de son bras le plus court. W. Knorr (1982, pp. 16 sq.) considère que le *Liber de canonio* précède *Kitab fi 'l qarastun* et remonte à la tradition de la statique théorique de l'antiquité tardive. Cette opinion, qui peut être parfaitement exacte, mérite un réexamen approfondi à la lumière de données nouvelles extraites des textes arabes sur la balance qui n'ont pas encore été dépouillés, notamment ceux appartenant à une époque précoce (comme les textes de Qusta ibn Luqa, d'al-Ahwazi...)

بسم الله الرحمن الرحيم

Fig. 8 : Berlin Staatsbibliothek, Ahlwardt Mq 288
Maintenant à la Biblioteka Jagiellonska à Cracovie. Pologne
Kitab Uqlids fi al-thiql wa al-khiffa, islah Thabit ibn Qurra, f. 439 recto

2. La théorie du qarastun

Kitab fi 'l-qarastun de Thabit ibn Qurra a été l'un des premiers écrits de physique et de mécanique produit dans l'ère culturelle islamique. Traduit en latin au XII^ème^ siècle par Gérard de Cremona sous le titre *Liber Karastonis* (E. Moody & M. Clagett 1960, pp. 88-117). le texte arabe en a été préservé dans trois copies connues et répertoriées, ce qui est une indication sur l'intérêt qu'il a suscité et sur la diffusion qu'il a connue. Deux de ces copies existent à Londres (India Office 767, 7 folios 198-208) et à Beyrouth (Bibliothèque Saint-Joseph Codex Mss 223, 11) et leurs contenus firent l'objet récemment d'examens minutieux (Jaouiche 1976, Knorr 1982). Le troisième manuscrit était conservé à Berlin (Staatsbibliotek Mss. Orient in quarto 559, 9-Ahlwardt 6023, ff. 218 verso-224 recto). E. Wiedemann s'en servit pour réaliser la traduction allemande du traité de Thabit (Widemann 1911-12), puis il fut perdu à la suite de la dispersion des collections de la grande Bibliothèque de Berlin à la fin de la dernière guerre. Nous avons eu la chance inespérée, P. Weinig et moi, d'en retrouver la trace et de le localiser dans les dépôts de la Biblioteka Jagiellonska à Cracovie. A présent que nous possédons les trois manuscrits, *Kitab fi 'l-qarastun* aura droit à sa première édition critique complète qui faisait défaut malgré les débats animés suscités à son propos.

bras égaux. La théorie qui y est exposée est très élémentaire et tente de répondre à des questions comme : quel est la cause de l'équilibre qui survient entre des poids égaux et inégaux dans la balance ; quelles sont les conditions à respecter pour garantir des pesages précis dans les divers cas qui se présentent (poids égaux ou inégaux, de petites ou de grandes quantités, levier à bras égaux ou inégaux).

Dans ce cadre, quatre conditions sont soulignées fortement : immerger les deux extrémités du fléau (*ʿamud*) dans le même milieu (air, eau...), veiller à ce que les deux bras du levier et les poids qui y sont suspendus « de même substance » (*min jawhar*^{in} *wahid*^{in}), c'est-à-dire réalisant le même poids des deux côtés du point de suspension, la nécessité pour la balance d'être suspendue exactement de son milieu et pour le fléau d'être de constitution rectiligne et homogène. Ces quatre conditions sont discutées avec une certaine longueur ; enfin, la cinquième section énonce une proposition générale : « Si deux mobiles parcourent des distances dans des temps égaux, alors le rapport des distances est comme celui des forces mouvantes. Cette prémisse est évidente par elle-même et elle est acceptée en général » (al-Khazini 1940, p. 38). Comme signalée plus haut, cette proposition est reproduite presque *verbatim* au début de *Kitab fi 'l-qarastun*, instituant une relation dynamique entre la force de mouvement et la distance traversée.

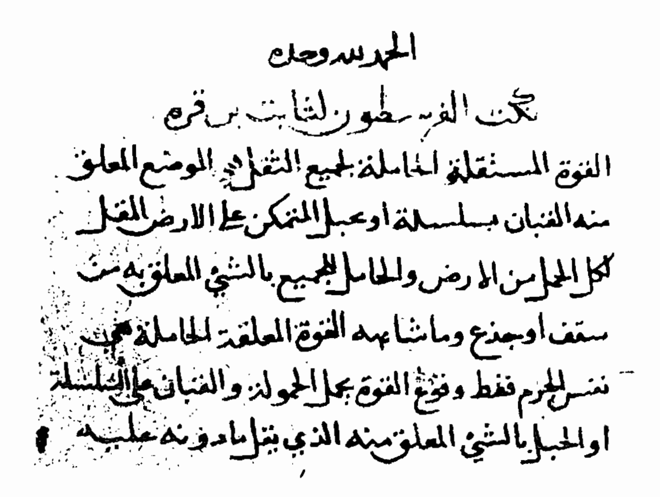

الحمد لله وحده
كتاب القرسطون لثابت بن قرة
القوة المستقلة الحاملة لجميع الثقل في الوضع المعلوق
منه القبان بسلسلة او حبل المتمكن على الارض المقل
لكل الحاصل من الارض وللحامل لجميع بالشيء المعلوق به من
سقف او جذع وما شابهه القوة المعلقة الحاملة
نفس الجرم فقط ووضع القوة بحمل الحمولة والقبان على السلسلة
او الحبل بالشيء المعلوق منه الذي

Fig. 7 : Paris, Mss bibliothèque Nationale, Fonds Arabe n° 4946, folio 79

connues[21]: Mss London India Office 744, ff. 98v-101r et Mss Berlin Staatsbibliothek Mf. 258, 33- Ahlwardt 6014, ff. 439r-440v. Cette dernière copie était réputée perdue depuis plusieurs décennies, mais nous avons eu l'honneur, Paul Weinig et moi, de la localiser durant l'été 1996 à la Biblioteka Jagiellonska à Cracovie, en Pologne[22].

Le livre d'Euclide sur la gravité et la légèreté développe une analyse sommaire de type aristotélicien des concepts de lieu, grandeur, espèce et force et traite de leur application au mouvement des corps dans des milieux pleins. Il a du être très populaire dans les discussions médiévales sur les concepts de force et de poids, que ce soit dans un contexte de philosophie naturelle ou dans le cadre des démonstrations des propriétés du levier et de la balance. Un témoignage dans ce sens est fourni justement par Thabit lui-même, qui fonda sa théorie de la balance dans *Kitab fi 'l-Qarastun* sur une proposition presque identique au premier théorème de ce traité pour établir une relation de proportionnalité générale entre la force de mouvement et la distance parcourue par le mobile. Cette même proposition constitue la conclusion de l'autre écrit de Thabit sur la balance, le court traité sur les propriétés du poids ou *Fi sifat al-wazn wa ikhtilafihi.*

Ce dernier écrit est signalé dans les dictionnaires bio-bibliographiques (ibn abi-Usaybica, 1965, p. 300: *Kitab fi sifat istiwa' al-wazn wa ikhtilafihi wa shara'iti dhalika*) et il a été édité par al-Khazini dans *Mizan al-hikma* (al-Khazini 1940, pp. 33-38)[23]. Composé d'une introduction et de cinq sections, il était destiné à des fins pratiques et s'adressait aux praticiens de l'art de la balance, essentiellement de la balance à

---

(21)En plus de la version abrégée éditée par al-Khazini dans *Kitab mizan al-hikma* (*Fi ru'us masa'il Uqlidis fi al-thiql wa al-khiffa*... [Précis des théorèmes d'Euclide sur la gravité et la légèreté], al-Khazini 1940, pp. 21-22), qui ne contient que les 9 axiomes et les énoncés des 6 théorèmes sans les démonstrations.

(22)Je dois remercier la direction de la Bibliotheka Jagiellonska qui nous a fourni gracieusement les microfilms des Codex Mf. 258 et Mq. 559, deux volumes de matériel scientifique arabe, dont certains traités manuscrits sont de la plus haute importance. Leur contenu sera décrit en détail dans P. Weinig & M. Abattouy 1997. Je remercie également la Bibliothèque Nationale de Paris, la Bibliothèque Saint-Joseph de Beyrouth et l'India Office de Londres qui nous ont communiqué les microfilms des manuscrits nécessaires pour notre projet sur la tradition islamique de la balance.

(23)Traduit en allemand par Wiedemann (1970 vol. I, pp. 495-500) et partiellement en anglais avec des commentaires par W. Knorr (1982, pp. 206-208).

dispositifs ingénieux. Quant au traité *Sabil al-athqal*, son titre révélateur permet d'envisager que sa problématique était du type de celle représentée par la proposition 6 de *Kitab fi 'l-qarastun*, le fameux théorème de substitution des poids que l'on désigne parfois sous le nom de «théorème de Thabit ibn Qurra»: un système de poids réparti uniformément sur une droite est réductible, quant à l'équilibre d'un levier, à une seule charge étendue le long de ce levier, dans les deux cas l'équilibre sera maintenu. Par conséquent, ce titre peut avoir désigné une version plus ou moins complète de *Kitab fi 'l-qarastun*, qui serait transmis ainsi sous un titre différent, comme cela a été le cas pour certains des écrits de Thabit en astronomie (voir R. Morélon 1987, pp. xiv-xviii); de même, ce titre pourrait fort bien intituler un écrit indépendant dans lequel notre savant a débattu à part les arguments mathématiques que requiert la problématique clé de *Kitab fi 'l-qarastun*[(18)].

Le texte sur *al-thiql wa al-khiffa* attribué à Euclide et révisé par Thabit en arabe, et dont plusieurs copies ont été préservées, existe aussi en latin[(19)]. Aucun travail d'Euclide sur la mécanique ne nous est parvenu en grec et aucune source antique ne le crédite d'un quelconque travail dans ce domaine. Cependant, les sources arabes lui attribuent deux travaux sur la balance et sur des problèmes de physique hydrostatique. Le premier est *Maqala li-Uqlidis fi al-mizan* [Le Livre d'Euclide sur la balance], connu exclusivement dans une version arabe se trouvant dans un manuscrit *unicum* édité par Woepcke (1851)[(20)]. Le second a été édité par Thabit: *Kitab Uqlidis fi ath-thiql wa al-khiffa wa qiyyas al-ajram ba^cdhiha ila ba^cdh, islah Thabit ibn Qurra* [Le Livre d'Euclide sur la gravité et la légèreté et la mesure des corps les uns par les autres, édité par Thabit ibn Qurra]. Deux copies manuscrites de ce texte sont

---

(18)L'existence de ce *Sabil al-athqal* pourrait avoir un lien quelconque avec l'appendice intitulé *Ziyada fi 'l-qarastun* et composé de cinq propositions qui font suite au *Kitab* de Thabit dans le manuscrit de Beyrouth. En effet, les deux premières propositions de cet appendice ne sont-elles pas une simple application du résultat du théorème de substitution des poids, dont elles éclairent et amplifient la problématique comme elle est exposée dans les trois dernières propositions du texte d'ibn Qurra.

(19)Voir E. Moody & M. Clagett (1960, pp. 26-31) qui éditèrent le texte latin et en donnèrent une traduction anglaise: *Liber Euclidis de ponderoso et levi et comparatione corporun ad invicem / The book of Euclid concerning the heavy and light and the comparison of bodies to each other.*

(20)Pour une vue sommaire sur ce texte, voir Abattouy 1997, section 1.

– un traité qui n'a pas été signalé jusqu'à ce jour : *Kitab fi anna sabil al-athqal allati tu*ᶜ*alaqu* ᶜ*ala* ᶜ*amud*[in] *wahid*[in] *munfasilat*[an] *hiya sabiluha idha ju*ᶜ*ilat thiql*[an] *wahid*[an] *mathbut*[an] [plutôt : *mabthuth*[an]] *fi jami*ᶜ[i] *al-*ᶜ*amud* ᶜ*ala tasaw*[in],

– et enfin *Ashkal fi al-hiyal.*

Un manuscrit de la Bibliothèque Nationale à Paris (Mss Fonds Arabe 4946, folios 79-82) lui attribue un autre écrit sur la balance *Nukat al-qarastun li-Thabit ibn Qurra*(16). Il s'agit évidemment d'une fausse attribution, une simple inspection du texte le prouve, mais il s'agit d'un texte qui mérite d'être pris en compte dans le cadre de la reconstruction globale de la tradition des écrits arabes sur la balance(17).

1. Ecrits mineurs

Avant de revenir en détail sur *Kitab fi 'l-qarastun*, consacrons d'abord quelques paragraphes aux autres écrits de Thabit sur la balance et la mécanique, ces textes que j'appelle mineurs par comparaison avec le texte fondamental sur *al-qarastun.*

Nous ne connaissons les deux traités sur le Comportement des poids (*Sabil al-athqal...*) et sur les Propositions de mécanique (*Ashkal fi al-hiyal*) que par le biais de leur mention par ibn abi Usaybiᶜa (1965, pp. 299-300) et aucune trace textuelle n'en a été découverte jusqu'à présent. Le texte sur *al-hiyal* s'insère parfaitement dans les intérêts scientifiques de Thabit et de son époque, marquée par l'engouement pour les problèmes de mécanique appliquée et pour la construction des

(16)Brockelman (1977, p. 175) fit de ce texte à tort une autre copie de *Kitab fi 'l-qarastun.* Jaouiche (1976, p. 4) signala l'existence de ce document et en rejeta avec raison l'attribution à Thabit, mais il en minimisa l'importance.

(17)*Nukta* (pl. *nukat*) dans le titre de cet ouvrage n'a rien à voir avec « plaisanterie » et « histoire drôle » (qui est le sens attaché à ce terme en arabe moderne), mais signifie plutôt « avantage », « utilité », « condition », « raison », « révélation », « dévoilement »... C'est dans ce sens que le mot revient à plusieurs reprises dans les titres de plusieurs ouvrages : abu al-Faraj ibn al-Tayeb, *Kitab al-nukat wa al-thimar al-tibiya wa al-falsafiya* (ibn abi Usaybiᶜa 1965, p. 325), ibn Sina, *Risala fi nukat al-mantiq* (al-Mujammaᶜ al-ᶜilmi al-ᶜIraqi, Baghdad, Majamiᶜ 2-10), Muhammad b. Zakariya al-Razi, *Kitab nukat al-rumuz*, abu-Maᶜshar, *Kitab al-nukat wa al-asrar* (British Museum, Or. 11214), etc. Al-Khazini (1940, p. 41), parlant du rapport inverse entre les poids et les distances dans la loi du levier, l'appela la « *nukta* » de laquelle toutes les propriétés de la balance *qaffan* peuvent être déduites.

d'*al-qabbani* comme Khadir b. ᶜAbd al-Qadir al-Qabbani dont deux traités sont préservés au Caire : *Risala fi maᶜrifat al-wazn al-qa'im wa tarh al-ᶜiyyar minhu* et *al-Jawahir al-hissan fi ᶜilm al-qabban*. Un traité de la Zahiriya à Damas est intitulé un peu différemment *Risalat al jawahir wa shams ᶜayn al-zaman fi ᶜilm al-qabban* et il est attribué à Khadir b. ᶜAbderrahman b. Ahmad b. Muhammad b. ᶜAli b. Yunus b. Zeitun al-Burlusi al-Qabbani précédemment mentionné. Il pourrait s'agir du même personnage. Enfin, Yahya al-Khazradji al-Ansari al Qabbani (connu aussi sous le nom de Qanu al-Qabbani), est l'auteur de *Manzuma* fi *al-qabban* qui porte aussi le titre de *Manzuma fi rasm al qarastun* (Dar al-kutub al-misriya) ou *Manzumat al-Shaykh al-Khazradji ᶜala ᶜamal al-qabban* (Bibliothèque Al Asad).

Il faut mentionner, finalement, la pléiade de traités anonymes qui portent les titres génériques de *Risala fi ᶜilm al-qabban*, de *Risala fi sinaᶜat al-qabban* et de *Risala fi al-awzan*. D'autres s'intitulent plus spécifiquement *Fawa'id fi al-artal al-mukhtalifa*, *Sharh risala fi ᶜamal al-qirat li-ibn al-Ha'im* (en 175 folios), ou même *al-Qawanin fi sifat al-qabban wa al-mawazin* (61 folios). De nombreuses copies de ces traités anonymes se trouvent dans diverses bibliothèques, notamment à Dar al-kutub al-misriya et à bibliothèque Al Asad de Damas. Signalons enfin les traités sur les poids et les balances écrites en persan par des auteurs musulmans à diverses périodes et qui entretiennent des rapports étroits avec la tradition des textes arabes sur le même sujet.

II. THABIT IBN QURRA ET LA THÉORIE DE LA BALANCE

Le fameux scientifique Thabit ibn Qurra vécut à Baghdad au IIIème siècle H / IXème siècle et mourut en 288 H / 901. Il pratiqua la médecine et effectua des recherches remarquables en mathématiques, en astronomie et en mécanique de même qu'il traduisit en arabe et révisa un grand nombre de textes scientifiques grecs. On lui attribue plusieurs écrits d'ordre théorique et pratique sur la balance :

- d'abord le célèbre *Kitab fi 'l-qarastun*,
- *Kitab fi sifat al-wazn wa ikhtilafihi*,
- *Kitab Uqlidis fi al-thiql wa al-Khiffa, islah Thabit ibn Qurra*,

yakhussu al-qabban, rédigé en 1217 H et préservé au Caire en deux copies. Malgré sa date tardive, le contenu de sa *Risala fi al-qabban* ne le cède en rien aux travaux antérieurs comme ceux d'Ilya al-Matran ou d'al-Jabarti. Composé d'une introduction et de deux sections consacrées aux aspects pratiques de la construction et de l'usage du *qarastun*, le traité commence par l'évocation du principe de l'équilibre des poids (*tasawi al-thiql*) tout en accordant une attention spéciale à la loi du levier, avant de traiter en détail de la fabrication du *qabban* (qui est appelé aussi *qaffan et qarastun*) et des changements de poids entre les pays et les régions.

Pour être exhaustif, la liste précédente doit contenir d'autres entrées non moins importantes. Najm al-Din Ahmad b. Muhammad ibn al-Rif^c^a (1247-1310) vécut en Egypte et écrivit en 703 H *al-Idah wa al-tibyan fi ma^c^rifat al-mikyal wa 'l-mizan* qui fut conservé dans plusieurs copies. Son successeur et compatriote Taqi al-Din Ahmad b. ^c^Ali ibn al-Maqrizi est l'auteur de *Risalat fi al-makayil wa al-awzan al-shar^c^iyya* et de *Risala fi asma' al-awzan wa al-akyal al-shar^c^iya* en sept chapitres. Khadir b. ^c^Abderrahman b. Ahmad b. Muhammad b. ^c^Ali b. Yunus b. Zeitun al-Burlusi al-Qabbani vécut aux alentours de 1255 H/1839 et laissa *Risalat al-jawahir wa shams ^c^ayn al-zaman fi ^c^ilm al-qabban* dont deux copies existent au Caire et à Damas. ^c^Abd el-Majid al-Samuli est l'auteur de *Risala fi ^c^ilm al-qabban et de Risala fi ta^c^rif al-qabban* (en 10 folios). ^c^Uthman b. ^c^Ala'e al-Din b. Yunus b. Muhammad al-Dimashqi ibn al-Malik a rédigé en 997 H *Nukhbat al-zaman fi sina^c^ati al-qabban*, tandis que *Tawdih-al tybian fi mi^c^yar al-mizan* est attribué à un certain al-Hasan al-Haddal (Heyderabad, Andra Pradesh Government Oriental Manuscripts Library and Research Institute, Asafiya Collection, Riyadhi 45, pp. 1-24). Enfin, les réserves de la Staatsbibliothek de Berlin contiennent deux traités arabes sur la balance: *Mizan al-maqadir fi tibyan al-taqadir* par Rida' al-Din Muhammad al-Qazwini et *Tahqiq al-burhan fi ithbat haqiqat al-mizan* par *Mar^c^i* ben Yusuf b. abi-Bakr al-Karami (mort en 1624) (voir catalogue Ahlwardt, « Munzen und gewichte », pp. 357-358).

Des écrits plus courts n'ont survécu que parce que des copistes ultérieurs les ont incorporés dans leurs recueils comme *Risala fi-^c^amal mizan li-sarfi al-dhahab* par abu al-^c^Abbas Ahmad b. abi Bakr b. ^c^Ali b. Al-Sarraj (en deux folios). Des auteurs portent le titre de fonction

6) Muhammad ibn abi al-Fath al-Sufi al-Misri (mort 951 H/ 1543) est l'auteur des traités suivants existant dans plusieurs copies au Caire et à Damas : *Irshad al-wazzan li-ma^{c}rifat al-awzan bi al-qabban, Risala fi islah fasad al-qabban,* de *Tuhfat al-nuzar fi insha' al-^{c}iyyar min asl al-mi^{c}yar* et enfin de *Risala fi qismat al-qabbani.* Al-Sufi est aussi l'auteur d'un texte de mécanique préservé à Rabat, à Baghdad et au Caire : *Risala fi ma^{c}rifat shad al-banakim.* Son texte consacré à la correction de la romaine (*Islah fasad al-qabban*) semble avoir joui d'une grande diffusion, comme en témoigne le nombre élevé de copies qui en ont été conservées.

7) *Risala fi ^{c}ilm al-qabban* et *Risala fi ^{c}amal al-qabban* sont l'œuvre d'al-Shaykh Muhammad al-Ghamri al-Haysubi (mort 905 H / 1500). Préservés à la Bibliothèque Zahiriyya à Damas, ils sont composés respectivement d'une brève introduction et de huit sections et de quatre sections traitant de la construction du qarastun. Plusieurs autres écrits conservés au Caire et qui peuvent avoir des relations avec la théorie et la pratique de la balance sont attribués à M. al-Ghamri : *al-qawa^{c}id al hisabiya fi tahwilat al-akyas al-rumiya ila al-akyas al-misriya, al qawa^{c}id al-muqni^{c}a fi tahwilat al-maqadir al-arba^{c}a, Muzilat jahl al-jahala bi-miqdar ma fi al-muthaman al-kuli min musa^{c}iri al-mas'ala* et *al-asrar al-hisabiya wa al-qawa^{c}id al-ilhamiya fi istikhraj fidhat al yawmiya.*

8) *Al-iqd al-thamin fima yata^{c}allaqu bi-'l-mawazin* (intitulé dans la copie de Berlin *al-dur al-thamin fi ^{c}ilm al-mawazin*), un traité systématique et détaillé sur les poids et mesures qui comprend plusieurs tableaux, a été écrit par Hassan ibn Ibrahim al-Jabarti (1698-1774) qui fut chargé vers 1758 de réformer le système des balances et des poids en Egypte, dans le dessein de mettre fin à la confusion qui y régnait. Plusieurs copies de ce traité ont survécu. J'en ai localisé neuf jusqu'à présent : 1 à Berlin, 1 à Paris et 7 au Caire.

9) Un auteur syrien tardif du nom de Muhammad b. al Husayn al ^{c}Attar al-Dimashqi (mort en 1234H/1819) a écrit une *Risala fi al-qabban* dont deux copies existent en Syrie : une était signalée dans le catalogue de la Bibliothèque al-Asad de Damas et l'autre dans celui d'al Ahmadiya d'Alep ; une troisième copie vient d'être découverte à la Bibliothèque Générale de Rabat. Al-^{c}Attar est aussi l'auteur d'un autre travail sur la balance romaine : *Kitab zara'if al-afnan fi ma^{c}rifat ma*

et dont le centre n'est pas fixe mais incliné (ibid, f. 31r). Cette distinction originale entre *al-mizan* et *al-qarastun* semble être propre au traité d'al-Ahwazi, qui se singularise aussi par l'évocation de la possibilité de se servir de plusieurs plateaux et décrivit une balance à trois et même à quatre plateaux suspendus deux à deux, à deux leviers dont les centres sont superposés et les barres perpendiculaires (ibid, f. 31b), devançant ainsi al-Khazini qui fit de la multiplicité des plateaux un trait caractéristique de son *mizan al-hikma*, comme on va le voir.

4) Abu Hamed al-Muzaffar b. Isma^c^il al-Isfizari (mort ca. 480 H / 1078), prédécesseur immédiat d'al-Khazini, est l'auteur de deux traités sur la balance : *^c^Amal mizan Arshimidis* et *Irshad dhawi al-^c^irfan ila sina^c^ati al-qabban*, de même que d'une collection d'extraits de textes sur la mécanique intitulée *al-Hiyal fi jar al-athqal* (Hyderabad et Manchester)[14]. L'importance de son travail est attestée par la place de choix qui lui revient dans *Kitab mizan al-hikma d'al-Khazini*, dont plusieurs chapitres sont tout simplement extraits de son œuvre. Les deux traités susmentionnés ne feront certainement qu'accréditer l'intérêt de son travail sur les problèmes théoriques et pratiques de la balance.

5) Ya^c^ish b. Ibrahim b. Yusuf b. Yatmak al-Amawi al-Andalusi est un mathématicien d'origine andalouse (mort selon Hajji Khalifa en 895 H / 1389-90) qui réside à Damas où il enseigna l'arithmétique. Il est l'auteur d'un traité sur la balance intitulée par un copiste cairote tardif *Risala fi ^c^ilm al-qabban* et dont le véritable titre est probablement *Masa'il fi al-mawazin* (Dar al-kutub al-misriya, Mss DR 86- 3, p. 25). Ce traité de cinq pages qui porte des dessins exquis de divers types de balances — y compris des romaines — n'a pas encore été étudié[15].

---

(14)Cette collection (dont la copie conservée à la Osmania University à Hyderabad sous la cote Q^c^ S 620 H-J m'a été procurée aimablement par Sonja Brentjes) comprend des extraits de *Kitab al-hiyal li Bani Musa* et de travaux grecs sur le même sujet, notamment Les *mécaniques* de Héron et un texte inconnu d'Apollonius sur les poulies, plus un texte sans nom d'auteur intitulé *Sunduq al-saqi*. Cette collection de travaux mécaniques comprend un titre annonçant Les *Pneumatiques* de Philon de Byzance mais ce titre ne recouvre pas de texte. La comparaison de l'extrait du texte de Héron avec la traduction arabe de Qusta ibn Luqa montre clairement qu'il s'agit d'un extrait de cette dernière et non d'une traduction différente.

(15)D'après A. S. Saïdan, Ya^c^ish b. Yatmak al-Amawi est un mathématicien important : voir A. S. Saïdan, « al-Umawi » in *Dictionary of Scientific Biography* (vol. 13/14, pp.539-540) et *Marasim al-instisab fi ma^c^aalim al-hisab* de Ya^c^ish b. Ibrahim al-Umawi, édité par A. Saïdan (Aleppo : Institute for the History of Arabic Science, 1981).

arabe. Il a visité Byzance où il apprit le grec et en rapporta des livres lors de son retour à Baghdad. Il est l'auteur de la version arabe des *Mécaniques* de Héron d'Alexandrie, un des textes les plus importants de la tradition antique et islamique de mécanique, qui n'a survécu que dans sa version arabe après la perte de l'original grec (Héron 1988). Qusta est aussi l'auteur d'un ouvrage sur *al-qarastun* qui n'a pas encore été retrouvé et il lui est attribué aussi un ouvrage des poids et des mesures, dont une copie se trouve à Istanbul sous le titre *Fi al-wazn wa al-kayl.* Comme les écrits de Thabit ibn Qurra, il devrait fournir d'intéressants renseignements sur les étapes précoces de la tradition arabe de la balance.

2) Ilya al-Matran (Ilya Bar Shinnaya ou Elias Bar-Sinæus) (ca. 975-ca. 1049), qui fut archevêque de Nisibin, a lui aussi écrit une *Maqala fi al-makayyil wa al-awzan* [Livre sur les mesures et les poids] dont plusieurs copies sont préservées au Caire, à Paris et à Gotha. Le manuscrit de Paris est très incomplet mais le texte peut être reconstitué à partir des autres copies ; c'est d'ailleurs ainsi qu'a procédé H. Sauvaire dans la traduction française qu'il en rendit au siècle dernier (H. Sauvaire 1877, 1880). D'intérêt pratique essentiellement, le traité d'Ilya al-Matran est basé sur la théorie du *qarastun* élaborée aux IX^{ème} et X^{ème} siècles et regorge d'informations sur les valeurs des poids et des mesures utilisés à son époque au Moyen-Orient islamique.

3) Pour sa part le mathématicien abu al-Hassan Muhammad b. Abdallah b. Mansur al-Ahwazi (fl. ca. 330 H / 941) a écrit une *Risala fi 'l-mizan* (Patna, Khuda Baksh Oriental Library, Mss 2928-2, folios 31r-31v)[(13)]. Dans ce court traité, al-Ahwazi distingue entre *mizan* et qarastun sur la base de deux critères techniques précis : *al-mizan* ou balance ordinaire se singularise par la position du point de suspension au centre du levier ; si ce point n'est pas au centre il s'agit d'un *qabban* ou *qarastun* ; en second lieu, *al-mizan* ne peut être utilisé pour peser différentes choses avec un seul contrepoids (*sandja*) mais en requiert plusieurs puisque son centre est au milieu de son fléau et parce que ses plateaux sont fixes aux extrémités du dit fléau ; en revanche, cela est possible dans le cas d'*al-qarastun* qui dispose d'une *rummana* mobile

---

(13)Je remercie Sonja Brentjes (Berlin) qui m'a communiqué aimablement la transcription manuelle du traité d'al-Ahwazi qu'elle a effectué à Patna en Inde.

des artisans et pour s'en servir dans l'enseignement. Les auteurs de cette masse d'écrits sont autant des savants éminents que des artisans et des maîtres de l'art du pesage, et leurs traités révèlent les contours d'une production scientifique marquée par la fertilité du débat et la diversité et la complémentarité des approches. Ces traités, de valeur inégale, s'étalent sur une période de plus de huit siècle et constituent une véritable tradition scientifique avec ses versants théoriques et pratiques, ses aspects mathématiques et physiques et ses prolongements linguistiques, philologiques et autres.

Cependant, la majeure partie de cette production scientifico-technique reste à l'état de manuscrits et il n'en existe encore aucune reconstruction globale qui chercherait à en dégager les caractéristiques principales et les traits saillants. Il est même surprenant de constater que la majeure partie des textes en question, malgré leur nombre et leur intérêt, sont toujours inédits. Peu d'entre eux ont suscité l'intérêt des historiens. Le texte de Thabit ibn Qurra sur *al-qarastun* vient en tête des écrits qui ont été étudiés, sans doute grâce à l'originalité de la théorie qui y est développée, mais le fait qu'il ait été traduit en latin au XIIème siècle ne doit pas être étranger à l'attention qui lui a été accordée. *Kitab mizan al-hikma* d'al-Khazini, pour sa part, bien qu'il ait été étudié et commenté, attend toujours une édition critique qui soit à la hauteur de la matière scientifique qu'il contient. Pour le reste, en dehors des travaux de Wiedemann, de H. Sauvaire et de quelques autres, la matière de dizaines de traités attend encore le moment opportun pour livrer ses secrets.

Dans la suite, j'essaierai de caractériser sommairement la tradition des textes écrits en arabe sur la balance durant la période classique de l'Islam et d'en illustrer la variété et la richesse. La liste suivante, qui ne contient que le strict minimum de renseignements sur les textes et les auteurs, n'est qu'une mise au point préliminaire(12):

1) Qusta ibn Luqa (ca. 820- ca. 912) est connu comme l'un des meilleurs traducteurs d'ouvrages mathématiques et physiques grecs en

---

(12)Je n'inclus pas dans cette liste les travaux de Thabit ibn Qurra et d'al-Khazini qui seront abordés dans les deux sections suivantes. Les informations complètes de ces textes et leurs auteurs qui seront mentionnés dans la suite seront incluses dans notre livre : M. Abattouy & P. Weinig (à paraître).

les nombreux livres de *hisba*[11] et dans divers écrits de la littérature islamique depuis *Rasa'il Ikhwan al-safa* (X[ème] siècle) jusqu'aux récits de voyage et les écrits de géographie, en passant par les traités de numismatique.

D'autre part, il existe une littérature considérable en arabe sur les problèmes théoriques et pratiques de la balance. Cette littérature scientifique et technique couvre la totalité du champ temporel de l'activité scientifique islamique médiévale et le déborde en aval jusqu'au XIX[ème] siècle. Faite d'écrits originaux, de commentaires, de manuels et de copies, une telle tradition est composée de traités qui s'étalent sur plusieurs siècles et dont les copies qui nous en sont parvenues se comptent par dizaines. La problématique de base de cette tradition a été déterminée assez tôt, entre le IX[ème] et le XII[ème] siècle, dans les œuvres de savants éminents comme Thabit ibn Qurra, les frères Banu Musa, Qusta ibn Luqua, ibn al-Haytham (auteurs tous les quatre de traités sur al- qarastun, mais dont seul celui de Thabit a été retrouvé), abu Sahl al-Quhi, Ahmad al-Ahwazi, [c]Abd al-Rahman al-Khazini et d'autres. De nombreux écrits d'intérêt plus pratique et de moindre envergure ont été produits dans les siècles suivants et la liste de leurs lieux de conservation comprend presque toutes les bibliothèques où est déposé le patrimoine scientifique de l'Islam (au Caire, à Damas, à Rabat, à Istanbul, à Paris, à Londres, à Berlin, dans les bibliothèques indiennes et iraniennes, etc.) Les raisons d'une telle floraison des écrits sur la balance et d'un tel engouement pour ses problèmes sont propres à la tradition scientifique islamique, mais rencontrent aussi les exigences économiques et sociales manifestées par la civilisation arabo-islamique pour répondre aux exigences et aux difficultés de réaliser une fiabilité et une exactitude de haut niveau dans la mesure des poids.

Cette tradition des écrits arabes sur la balance est restée vivante et active même après le déclin de la recherche scientifique dans les branches théoriques du savoir dans les terres de l'islam, et notamment en mathématiques et en astronomie. En effet, jusqu'au XIX[ème] siècle, une foule de textes ont été rédigés et les plus anciens copiés et discutés, dans le double but sans doute de les mettre à la disposition des praticiens et

(11)La connexion entre les écrits arabes sur la balance et les traités de *hisba* est étudiée dans M. Abattouy & P. Weinig (1997[b]) (à paraître dans Science in Context, Cambridge University Press).

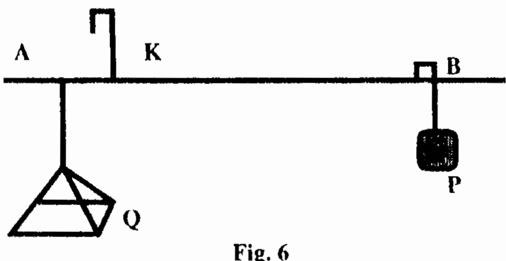


Fig. 6

La loi du levier représente le principe qui préside à l'équilibre dans les balances dont le centre ou point de suspension n'est pas situé au milieu du fléau. Elle établit un rapport de proportionnalité inverse entre les deux parties du fléau et les poids qui en sont suspendus. L'existence du poids constant qui, au moyen d'un anneau, glisse sur le bras le plus long permet de peser les objets les plus divers, par la combinaison de sa charge avec la distance par rapport au point de suspension. L'équilibre a lieu lorsque le fléau est horizontal suivant la formule (faisant abstraction du frottement): P / Q = AK / KB (P = le poids mobile, Q l'objet à peser, K le point de suspension et B le point représentant l'endroit où est situé le poids mobile P [fig. 6]). En d'autres termes, si G_1 est l'objet à peser placé sur le bras le plus court à une distance l_1 du point de suspension et G_2 le poids mobile, l'équilibre existera à une distance l_2 selon le rapport inverse $G_1 / G_2 = l_2 / l_1$.

Le mouvement du poids curseur est rythmé par des divisions équidistantes tracées par le constructeur et qui aident à déterminer les petites unités de mesure; elles sont appelés en arabe *arqam*, *markaz*, *nuqra* ou *sha*^{c}*ira*(10).

2. La tradition textuelle: essai de caractérisation

D'autres aspects de la balance dans le patrimoine arabe sont dignes d'intérêt, comme la description des fausses balances par Zayn al-Din b. Umar al-Jawbari (milieu du XIII^{ème} siècle; voir Wiedemann 1984, vol. 1), les chapitres qui sont consacrés à la balance et à ses usages dans

(10)Sur l'histoire de la balance «romaine», voir Mazahéri 1960. Pour les divers aspects de la balance dans la civilisation arabo-islamique, voir Wiedemann 1913-1916.

1940, p. 153 [fig. 4])[9] ou bien fixer de nombreuses attaches au bras le plus court à des distances différentes du point de suspension ou, enfin, rendre mobile le plateau même où sont placés les objets à peser. C'est par une telle propriété que se singularisait la « balance naturelle » de Muhammad ibn Zakariya al-Razi, reproduite et décrite par al-Khazini (ibid, p. 83) [fig. 5]. Ibn Zakariya al-Razi (865-923) est l'auteur d'un *Kitab fi mihnat al-dhahab wa al-fidha wa al-mizan al-tabi*ᶜ*i* (ibn abi-Usaybiᶜa 1965, p. 423). Le chapitre consacré à la « balance naturelle » d'al-Razi dans *Kitab mizan al-hikma* (livre 4, chap. 4, pp. 83-86) est certainement extrait de ce livre. La balance naturelle ou physique (*al-mizan al-tabi*ᶜ*i*) d'al-Razi mérite une mention spéciale parmi les balances construites par les physiciens musulmans. Il s'agit d'un modèle mixte qui, tout en ayant des bras égaux et sans *rummana*, se distinguait par le fait que l'un de ses deux plateaux pouvait se comporter comme un contrepoids qui se déplace sur l'un des côtés du levier. Ce type de balance semble représenter le chaînon intermédiaire entre les balances à bras égaux et au poids additionnel (comme la « balance d'Archimède ») [fig. 3] et la balance « romaine » proprement dite.

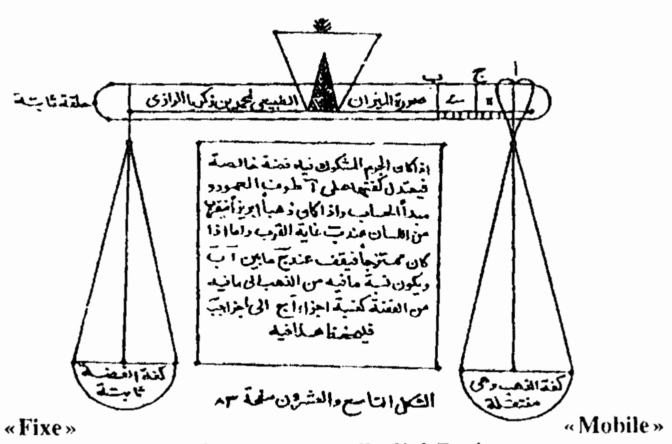


Fig. 5 : Balances naturelle d'al-Razi

(9) Selon plusieurs sources, ᶜUmar al-Khayyam, connu par ses travaux sur la balance hydrostatique (al-Khazini 1940, pp. 87-92), est aussi l'auteur d'un opuscule nommé *al-Qustas al-mustaqim* (la Balance droite) qu'al-Khazini a également reproduit (ibid, pp. 151-153). Cette balance est une sorte de *qaffan* très sensible destiné à peser de très petites comme de très lourdes charges. Il est composé d'un levier divisé en deux bras inégaux et d'un plateau fixe qui est suspendu du bras le plus court tandis que sur le bras le plus long trois *rummana* sont destinés à être accrochés et à se mouvoir selon le contrepoids que l'on désire peser.

spécialisée dans la détermination des gravités spécifiques, on pouvait en faire usage également dans les pesées ordinaires.

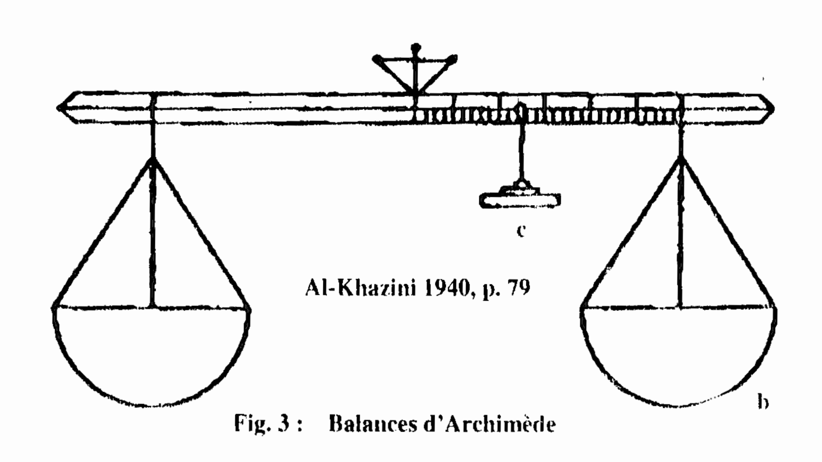


Fig. 3 : Balances d'Archimède

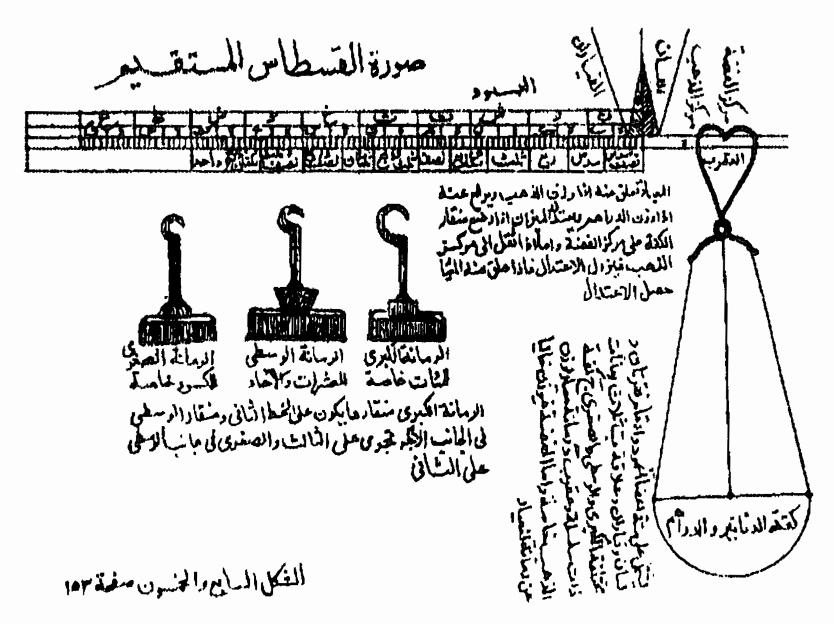


Fig. 4 : al-qustas al-mustaqim d'al-Khayyam
al-Khazini 1940, p. 153

Afin d'augmenter la capacité de la balance *qarastun* ou pour la rendre plus sensible, trois alternatives s'offraient au constructeur : il pouvait se servir de plusieurs poids mobiles (comme dans le cas *d'al-qustas al-mustaqim* d'al-Khayyam dont le dessin se trouve dans al-Khazini

quer dans la vie courante, ou bien par *al-muhtasib*, un juriste chargé de la police des rues et des marchés. Ce dernier devait veiller sans cesse à ce qu'on ne vende pas au-dessous du poids et c'est à lui qu'incombait la charge de poinçonner les poids et les balances aussitôt fabriqués(8).

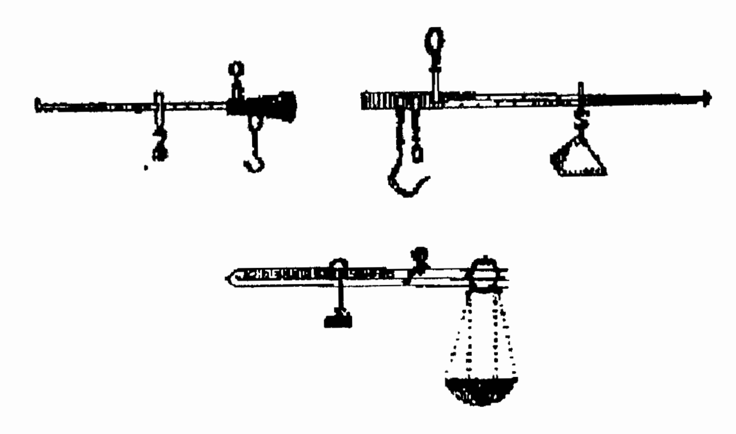


Fig. 2 : Divers modèles de *qarastun*

La balance *qarastun* à poids mobile, très répandue en Orient dès l'Antiquité, se compose d'un levier (appelé aussi fléau ou barre, *ᶜamud* ou *qasaba*) suspendu par une anse qui le divise en deux bras inégaux ; le centre de gravité du levier se trouve sous le point de suspension [fig. 2]. Le bras le plus court porte un bassin, un plateau ou un crochet destiné à soutenir l'objet à peser. La balance peut avoir des bras égaux ou inégaux. Dans les deux modèles, mais surtout dans celui à bras inégaux, un poids curseur se déplace sur le bras le plus long pour réaliser une plus grande précision dans la pesée ou pour soutenir de grandes charges par des contrepoids qui leur sont inférieurs. Le modèle à bras égaux et au poids mobile est une combinaison de la balance ordinaire et du *qarastun*. Un exemple typique en est la balance d'Archimède -qu'al-Khazini a décrit d'après Ménelaüs (al-Khazini 1940, pp. 78-79) [fig. 3]. En plus de ses bras égaux où sont suspendus deux plateaux fixes, une telle balance disposait sur l'un des bras d'une *rummana* (ou *minqala*) qui peut être accrochée à tel ou tel point d'une petite échelle graduée en deux séries de divisions. Présentée comme une balance hydrostatique

---

(8) Ibn al-Ukhuwwa 1938, pp. 84-86. Ibn al-Ukhuwwa (XIIème siècle), auteur d'un important ouvrage de *hisba*, disait à ce propos que les nations antérieures n'ont disparu en tant qu'empires que parce qu'elles trafiquaient la mesure des poids (ibid, texte arabe, p. 84).

mizan, la détermination des quantités des substances et leurs proportions y étant d'une importance fondamentale[7].

Les trois mots synonymes désignant en arabe la balance à bras inégaux *qarastun*, *qabban* et *qaffan* (avec une forme dégénérée *farastun*, qui doit être une erreur d'orthographe) pourraient avoir été forgés et utilisés l'un après l'autre. Il est possible aussi que cette succession temporelle dans l'usage eût été doublée d'une répartition géographique propre à chacun des termes. En effet, tandis que Thabit ibn Qurra (Baghdad, fin du IXème siècle), Ahmad b. al-Husayn al-Ahwazi (milieu du Xème siècle) et Ilya al-Matran (Nésibine, début du XIème) se servirent exclusivement de *qarastun*, on ne trouve sous la plume d'al-Khazini (Khurasan, début XIIème siècle) que *qaffan*. Plus tard, Muhammad al-Ghamri (un auteur de la fin du XVème siècle) et Muhammad b. al-Husayn al-ᶜAttar (un Syrien mort en 1819) se servirent explicitement de *qarastun*, *qabban* et *qaffan* comme synonymes. Cette évolution de la terminologie traduit-elle un changement de théorie et de technique ? Seule une inspection attentive des textes pourraït le révéler. Il serait effectivement intéressant de savoir quelles sont les circonstances dans lesquelles ces mots sont apparus et quelles étaient les conditions de leur utilisation pour désigner des machines peseuses légèrement différentes les unes des autres et répandues dans diverses régions du monde islamique.

Dans la civilisation de l'islam classique, l'usage de la balance obéissait à un règlement strict. L'homme responsable du service de l'instrument était appelé *qabbani* et il existait une administration (*al-diwan al-qabbani*) qui veillait à la conclusion des contrats d'acquisition des balances. Cet office se chargeait aussi de la vérification des poids et mesures en service dans les marchés et les échoppes des boutiquiers. La livre ordinaire était appelée *al-ratl al-qabbani* et devait respecter des normes strictes de forme et de poids pour être considérée comme réglementaire. La fonction de *qabbani* était attribuée par des représentants officiels, les *ᶜudul* ou notaires, c'est-à-dire des juristes qui connaissaient les usages et les préceptes de la loi musulmane comme elle doit s'appli-

---

(7) Plusieurs travaux de Jabir ibn Hayyan (Xème siècle) portent dans leurs titres les mots « balance », « poids » et « pesage », comme Tartib al-awzan (Mss Istanbul Fateh 5309, folios 111r-113r) et *al-Hasil fi 'l-mizan* (Mss Istanbul Jar Allah 1641), etc. Dans la même catégorie peut être classé *Kitab al-awzan fi ᶜilm al-tabiᶜa wa al-kimiya* d'abu al-Qasim Maslama al-Majriti, l'auteur andalou mort entre 1004 et 1007.

Une des dimensions importantes du champ sémantique des mots *mizan* et *qarastun* englobe l'utilisation de ces termes dans la littérature scientifique arabe comme illustration de problèmes mathématiques et de procédures physiques. Par exemple, Ahmad ibn Yusuf al-Misri (IXème – Xème siècles), dans sa *Risala fi al-nisba wa al-tanasub* [Epître sur la proportion et la proportionnalité] mentiona *al-qarastun* comme exemple du rapport inverse dans le contexte d'une courte discussion sur les poids et la loi du levier(4). En arithmétique, *mizan* désigna un test d'exactitude et de justesse des opérations de calcul comme en témoigne le travail d'abu al-Qasim ᶜAli b. Ahmed al-Antaqi (mort à Baghdad fin Xème siècle) *kitab al-mawazin al-ᶜadadiya*; les procédures de contrôle de la justesse des opérations de calcul sont également décrites par Baha'al-Din al-Harithi al-ᶜAmili (1547-1622) dans son *Kitab khulasat al-Hisab* édité par G.H.F. Nesselmann (Berlin, 1843). Il exista même un instrument d'observation astronomique qui porte le nom *d'al-mizan al-mahfur*(5) et une balance de grammaire» [*al-Mizan fi al-nahw*] dûe à Kamal al-Din al-Anbari (XIIIème siècle). Dans un autre domaine, en mécanique, on eut recours à la balance et à ses principes comme force motrice. Les écrits des Banu Musa et d'al-Jazari décrivent des dispositifs (souvent appelés *mizan*) qui tournent sur un axe et dont un côté puis l'autre deviennent alternativement lourd et léger sous l'effet de l'entrée et de la sortie de quantités d'eau, qui produisent des mouvements alternatifs6. Enfin, dans un autre registre, l'alchimie fût appelée *ᶜilm al-*

---

(4) Alger, Bibliothèque Nationale, MS 1446, 54v-73v; folios 57r-57v. On trouve la même chose chez al-Biruni (1934, p. 17).

(5) *Shifa' al-sudur fi al-ᶜamal bi al-mizan al-mahfur* par un auteur anonyme (MS Dar al-Kutub al-Misriya QM 2, 5, folios 92r-98r) décrivant un type spécial de gnomon appelé «al-mizan al-mahfur» ou «al-mizan al-fazari».

(6) Un écrit andalou sur les machines *Kitab al-asrar fi natai'j al-afkar* attribué à ibn Khalaf al-Muradi (XIème siècle) et existant dans un manuscrit *unicum* à la Bibliotèca Medicea Laurenziana à Florence fit usage d'un tel dispositif afin de faire fonctionner une horologe-automate: voir J. Vernet et al. 1982-83. Pour sa part, al-Khazini décrivit une balance-clepsydre dans laquelle un réservoir rempli de sable ou d'eau est suspendu à partir d'un levier à bras égaux et équilibré par des *rummanas*. Le fond du réservoir est percé d'un trou d'où l'eau ou le sable s'écoule; le déséquilibre ainsi occasionné n'est contrebalancé que par le mouvement de poids pré-installés sur l'autre bras du levier; le temps écoulé peut être calculé par l'observation des poids et des positions qu'ils occupent: voir al-Khazini 1940, livre 8, pp. 153-165 et R. Lorch 1981.

qarastun a été emprunté par les Arabes aux Grecs(3). Cependant, selon une autre opinion, le terme serait issu de *gar-astoun*, un mot composite de la langue scythique (proche du Persan et utilisée par les peuplades de l'Asie centrale) qui désignait tout dispositif de la forme d'une colonne cylindrique avec laquelle on pèse (*gar* = poids et *astoun* = colonne, fléau). Par ce mot, les peuples commerçants du Moyen-Orient ancien auraient appelé la balance à bras inégaux et au poids mobile dont l'usage était répandu en Chine et qu'ils vinrent à connaître par le biais de leurs échanges commerciaux intensifs avec l'Empire du milieu (Mazahéri 1960, pp. 849-850).

Il est intéressant de noter à cet égard que le philologue suisse A. Dozy (1927, vol. 2, p. 327) signala qu'il existait à Fès, au début de ce siècle, un endroit portant le nom de *Qarastun*, probablement parce qu'il abritait une balance publique mise au service de la population, comme c'est encore le cas jusqu'à présent dans la médina. De nos jours encore, la balance à bras inégaux est appelée dans certains pays arabes *al-mizan al-qabbani* (communément appelée *mizan al-qura* au Maroc), celle-là même qui est désignée dans les langues européennes balance romaine —« the steelyard » en anglais. Cette appellation de romaine ne provient pas d'une quelconque origine romaine mais dérive de *rummana* (grenade) qui désigne en arabe le poids curseur suspendu à l'un des bras de la balance (on l'appelle aussi *minqala* : lit. poids mobile). Malgré l'introduction de balances modernes plus ou moins sophistiquées et depuis longtemps déjà (à partir de la première moitié du XIX^{ème} siècle), les balances dites romaines continuent à être utilisées de nos jours dans les pays arabes et islamiques et servent toujours dans les marchés populaires et dans les campagnes, véhiculant des usages, un savoir et une tradition plus de deux fois millénaires.

---

(3) Tel fut l'avis d'al-Tha^{c}alibi (mort 1038) (1981, p. 318) et d'al-Djahiz. Ce dernier invoqua à plusieurs reprises la balance et ses « merveilles » pour illustrer tel ou tel de ses propos. Dans son monumental *Kitab al-hayawan* (Le Livre des animaux), il affirma que les arabes ont emprunté *al-qarastun* aux grecs. D'autre part, il mentiona les propriétés d'*al-qarastun* dans son opuscule polémique *Kitab al-tarbi^c wa t-tadwir* [Livre sur la quadrature et la figure ronde] comme l'un des exemples types du merveilleux et de l'étrange : comment un des bras du *qarastun* peut maintenir jusqu'à 300 ratls en équilibre quand il n'en pèse que 30 (al-Djahiz [1969], p. 86).

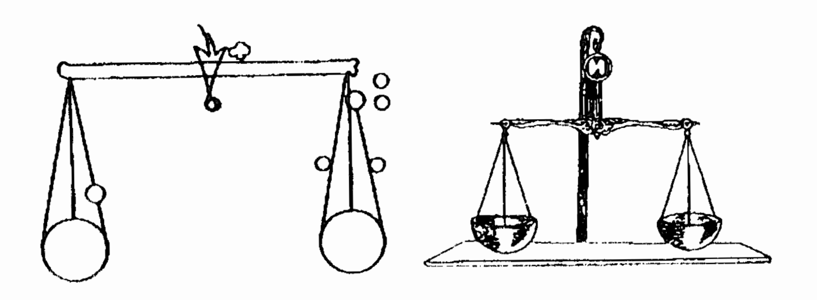


Fig. 1 : Balances à bras égaux

L'origine du mot *qarastun* ou *qaristiyun*(1) a été controversée et plusieurs hypothèses ont été formulées afin d'en éclaircir les démêlés. D'après certains témoignages, il s'agirait d'un mot d'origine grecque que l'on trouve dans des sources antiques et médiévales(2). Plusieurs auteurs arabes classiques s'accordèrent sur ce fait, considérant *qu'al-*

---

(1) Ibn abi Usaybi^{c}a (1965 p. 299) cita le titre du livre de Thabit ibn Qurra sur la balance comme: *Kitab al-qaristiyyun* de même qu'on trouve souvent chez al-Djahiz (mort en 869) les mots *qaristun* (*pl. qaristunat*).

(2) L'origine grecque du mot est attestée par son occurence chez Simplicius, qui l'a mentionné dans ses commentaires sur la Physique d'Aristote (*Simplicii in Physicorum VII 5* [Arist. 250 a 19], p. 1110). Le commentateur péripatéticien du VI^{ème} siècle, parlant de l'instrument caristion, en attribua la paternité à Archimède, mais il n'est pas certain qu'il s'agisse de l'instrument dont la théorie a mobilisé les efforts de plusieurs savants de *Dar al-Islam*. Cette question est discutée longuement par Jaouiche (1976, pp. 8-13) qui argua qu'*al-qarastun* analysé par Thabit n'est pas identique à celui mentionné par Simplicius puisqu'il est plus général qu'une balance, à laquelle il est fait référence comme un cas spécial de l'instrument en question. Pour Jaouiche, *al-qarastun* comprend tous les instruments composés d'un fléau rectiligne dont l'équilibre est maintenu par un contre-poids. Or, cet instrument a existé au Moyen-Orient depuis 2500 ans et reste encore en service de nos jours dans certaines régions rurales. En Egypte il porte le nom de *shaduf* tandis qu'en Iraq et ailleurs il est désigné par *dalia, dalw-dilw* ou plus communément *ʿud*. Le *dalw, ʿud* ou *shaduf* a été décrit par les auteurs arabes comme un des instruments pour puiser l'eau (voir ibn Sida (m. 458 H/1066) *al-Mukhassas*, s. d. vol. 2, livre 9, p. 162 et sq.) Constitué par un tronc d'arbre ou un axe en bois que l'on suspend à un support fixé à terre, ses deux extrémités sont occupés par un puisoir ou un seau et un contrepoids fixé au bras le plus court; pour le mettre en action, il suffit de le faire basculer en plongeant son puisoir qui se remplit d'eau et sous l'effet du contrepoids le puisoir ou le seau s'élève et se trouve prêt à être saisi pour en déverser le contenu. Al-Jazari, le célèbre auteur de l'ouvrage de dispositifs mécaniques *al-Jamiʿ bayna al-ʿilm wa al-ʿamal al-nafiʿ fi sinaʿati al-hiyal*, a décrit une version « mécanisée » et plus complexe du *shaduf*, qui est mise en mouvement par un animal: voir D. Hill 1974, pp. 179-181. Pour plus de détails sur l'histoire ancienne du *shaduf*, voir J. Laessøe 1953 et Hill 1984, pp. 130-133.

Sur la tradition arabo-islamique de la balance : Thabit ibn Qurra et al-Khazini(*)

Mohamed ABATTOUY
Faculté des Lettres Dhar el-Mehraz
Université de Fès

I. LA TRADITION ARABE DE LA BALANCE : ESSAI DE CARACTÉRISATION

1. MIZAN ET QARASTUN : ORIGINE DES MOTS ET DESCRIPTION TECHNIQUE

Les arabes ont connu, comme les autres peuples antiques, différentes sortes de balances à bras égaux comme à bras inégaux et nous trouvons divers croquis des balances dans les manuscrits arabes, comme c'est le cas chez *al-Khazini*, *al-Qazwini* et *al-Hariri* [fig. 1 et 2]. Dans son livre de géographie *Ahsan al-taqasim fi ma^crifati al-aqalim*, Shams al-Din abu ᶜAbdallah Muhammad al-Muqaddasi, le géographe palestinien du Xème siècle, dit que l'on fabriquait les balances les plus précises à Harran, au nord de la Syrie, le pays d'origine de Thabit ibn Qurra, ce dont témoignait aussi à la même époque ibn al-Nadim dans son *Fihrist* (ibn al-Nadim s.d., p. 410). appelée génériquement *mizan* (*terazu* en persan et en turc), la balance fut désignée en arabe par d'autres vocables, comme *qustas* (parfois *quistas*) qui est un mot que nous trouvons dans le Coran et qui est étranger à l'arabe. La balance à bras inégaux, quant à elle, fut appelée *qarastun*, *qabban* et *qaffan*, selon les époques et les régions.

(*) Cet article s'inscrit dans le cadre d'un projet de recherche en cours de réalisation par l'auteur en collaboration avec Paul Weinig (Berlin). Ce projet est sponsorisé par le Max Planck Institut für Wissenschaftsgeschichte à Berlin et il consiste à éditer et à traduire en anglais plusieurs textes arabes sur la balance et la science des poids. Je suis reconnaissant au MPIWG et à son directeur le Professeur Dr Jürgen RENN pour le soutien multiforme et constant qu'ils m'apportent dans mon travail sur la tradition arabe de mécanique.
Une version plus élargie de ce texte a été présentée devant un Workshop organisé par Paul Weinig et moi-même au MPIWG à Berlin en décembre 1997 : voir Abattouy 1997.

والساعة النهارية هي ستون دقيقة على قول الروزنامه واما الافلاك ...

على اصول وهي تذكر في ثلثة فصول الفصل الاول

في معرفة الالات قد وضعت بساط هذا الملعوب

على هيئة الافلاك التسعة محيط بعضها بالبعض

وفي وسطها عالم الكون والفساد على هذه الصورة كما تراها

فصل في صفة الحكم ... بعضها والحكم عليها اللولب في شرفه

كالرجل في عزة وسلطانه

Si toutes les planètes d'un joueur parviennent à l'exaltation, son adversaire perd ; le joueur prendra sept perles et par suite il est le gagnant.

Si une planète de l'un des joueurs arrive à sa chute, l'adversaire prendra la perle correspondante.

Celui qui parvient à avoir toutes les perles est alors le gagnant.

Si les planètes de l'un des joueurs, ou celles se trouvant sur le plateau tombent sur la ligne du levant خط المشرق , on dira que ses planètes se sont levées, et il est le gagnant.

Si les planètes des deux joueurs arrivent toutes en même temps à l'exaltation ou à la chute, ou si elles se lèvent ou se couchent toutes en même temps, ou si les deux soleil s'éclipsent, ou encore s'il ne reste plus à chacun des joueurs que le soleil et la lune, la partie est nulle.

4. Autres exemples de divertissements liés à une science

On peut citer les poèmes-problèmes mathématiques d'Ibn Al-Yâsamîn (m. 1204), qui sont des devinettes, et les problèmes d'Ibn Haydûr at-Tâdilî (m. 1413). Mentionnons aussi le poème cité par Ibn Haydûr et attribué à Ibn Al-Bannâ' dans lequel ce dernier exprime des sentiments amoureux en utilisant des métaphores mathématiques :

خَطَّ الغرامُ على المُشوق مُثلَّثا   متساوي الأضلاع خَطّاً مُبَرِّز
فَغَدا يُنَادي ظبيةً فتانةَ   فتكَتْ به عَمْدا بغير تَحَرُّز
يا مَي إن أرسَلتِ سهما صائبا   من قَوسِ طَرفِ، ما لها من مُحْرز
تَجِدي المُتَيّم وَسْطَ دائرة الهوى   وفؤادُهُ فيها كنقطة مَركز
أضحى كخطٍّ ليس يُدرَك رِقَّةً   أو نقطة في التَّوَهُّم لَم تتميَّز
وإذا يروم الغُنْجُ منكِ قتالَه   يُلفيه دون تحرُّف وَتَحَيُّز

Dans tous ces cas, les auteurs font sortir la science hord de son domaine d'application habituel (appréhender les phénomènes de la nature, les expliquer, les utiliser à des fins pratiques, etc.) pour la faire entrer dans un autre domaine, le divertissement en l'occurrence. Ceci dénote une vision non sclérosée de la science et une certaine démystification de celle-ci.

c) Mouvements des pièces

Pour jouer, celui qui débute jette le dé, puis on relève les points verts, noirs et rouges apparaissant sur le dos. On déplace chacune des trois paires et figures communes d'autant de signes zodiacaux qu'il est apparu de points ayant la même couleur que la figure, et ce dans le sens rétrograde, c'est-à-dire en allant du Bélier au Verseau.

S'il n'apparaît rien sur le dé, les six figures ne seront pas déplacées, et le joueur qui débute déplace une planète de son choix dans le sens direct en allant du Bélier au Taureau, puis aux Gémeaux, etc. Saturne peut se déplacer d'un seul signe, Jupiter de deux, Mars de trois, Le Oseille et Vénus de quatre signes, Mercure de cinq, et la Lune de six signes. Ce sont là les valeurs maximales respectives du nombre de signes zodiacaux dont peut se déplacer chaque planète. Le joueur peut déplacer sa planète d'un nombre inférieur de signes s'il le veut. Son adversaire procédera de même jusqu'à la fin de la partie.

d) Règles du jeu

Si une des cinq planètes (lune et soleil à part) tombe dans le périgée, son mouvement s'effectuera dans le sens rétrograde, et elle sera dite rétrograde راجع . Le joueur devra reculer sa planète d'autant de signes que sa valeur maximale correspondante. Si elle tombe dans l'apogée, sa vitesse sera doublée et on dira qu'elle est à mouvement rapide سريع السير . Le compétiteur est une planète occupant le même domicile qu'une autre ; le joueur devra alors déplacer sa planète.

De même, si une planète est en quadrature ou en opposition avec une planète de l'adversaire, le joueur ayant la planète inférieure devra la déplacer du lieu de quadrature ou d'opposition.

Si une des cinq planètes d'un joueur se trouve avec le soleil de l'adversaire ou son propre soleil dans le même signe, elle est dite brûlée et sera prise par l'adversaire.

De même, si une planète tombe sur la ligne du couchant خط المغرب, elle sera prise par l'adversaire.

Si c'est le soleil qui tombe sur cette ligne, le joueur est perdant, et on dira que son soleil s'est couché.

Si la lune de l'un des joueurs se trouve face au soleil en opposition avec l'un des deux noeuds (par rapport à la Terre), on dira que sa lune s'est éclipsée, et elle sera prise.

Si la lune de l'un des joueurs et un des deux noeuds tombe dans le même domicile que le soleil, on dira que son soleil s'est éclipsé, et le détenteur du soleil est perdant.

S'il ne reste plus que le soleil à l'un des joueurs, il est perdant.

Si une planète de l'un des joueurs arrive à son exaltation, le joueur prend la perle correspondant à cette planète et la met de côté.

— 14 Perles, 7 par joueur : 2 bleues (Lune), 2 vertes (Mercure), 2 blanches (Vénus), 2 dorées (Soleil), 2 rouges (Mars), 2 jaunes (Jupiter) et 2 noirs (saturne).

b) Disposition des pièces sur le plateau

Placer les six figures communes sur le zodiaque, car c'est le lieu de leur gravitation. Disposer la figure du levant dans signeue quelconque après accord des deux joueurs, et celle du couchant en face. Placer aussi les figures de l'apogée et du périgée face à face, celles représentant l'ascendant et le descendant (la tête et la queue du dragon) également face à face. Ensuite, les mouvements sont régis par le jet du dé. Celui qui obtient le plus grand nombre de point commence par disposer ses planètes sur le plateau, dans leurs sphères. La position permet cinq variants (ou début de parties) دسوت[4].

La première s'appelle variante de conjonction دست المقارنة ; le joueur qui ouvre la partie place ses sept planètes dans la place de son choix, chacune dans sa sphère ; son adversaire place les siennes dans leurs sphères respectives, chacune dans un signe adjacent à celui d'une planète du premier joueur, Aucun des joueurs ne doit placer une planète dans un signe d'exaltation, ni à moins d'un sixième de sphère de cette dernière, soit six cases du plateau.

La deuxième variante s'appelle variante du sextile دست التسديس ; le joueur qui débute place ses planète selon son choix ; son adversaire place les siennes de manière que l'écart entre deux planètes soit un sixième de sphère, soit six cases.

La troisième se nommme variante de quadtrature (du carré?) دست التربيع; chacun des joueurs place ses planètes comme déjà signalé, mais de sorte que l'écart entre deux planètes similaires soit un quart de sphère, ou trois constellations, ce qui fait neuf cases du plateau.

La quatrième est la variante du trigone دست التثليث ; les joueurs disposent leurs planètes en observant un écart d'un tiers de sphère, ou un quatre constellation, soit douze cases du plateau.

La cinquième s'appelle variante d'opposition دست المقابلة ; les joueurs placent leurs planètes en laissant un écart d'une demi sphère, ou six constellations, ce qui fait dix-huit cases du plateau.

Parmi les règles pour la disposition des planètes :

Aucun des joueurs ne doit placer son Mercure dans un signe éloignée de son soleil de plus d'une constellation.

Il ne doit pas laisser plus de deux constellations entre son Vénus et son soleil.

---

(4) Addi Shir, dans son dictionnaire, cite plusieurs significations de ce terme persan utilisé en arabe, dont : vêtement/tissu, astuce, gain d'une partie aux échec, papier, réunion. En persan, il en a encore davantage dont Addi shir cite : victoire, force, règle, jeu, main, instrument de mesure. Dans le texte que nous avons, la signification qui nous a paru appropriée est celle de variante d'une partie d'un jeu.

Plateau : configure neuf sphères concentriques (représentées par des cercles schématisant l'Univers selon la vision de l'époque) ; la neuvième ne comporte pas de représentation ; la huitième se divise en 12 parties ; sur chacune d'elle est dessiné le signe zodiacal correspondant (exemple : un bélier pour la constellation du même nom) et la planète associée (Mars pour le Bélier).

Une planète est représentée droite dans son exaltation,et renversée dans son exil.

Chacune des constellations de la huitième à la sphère de la lune, est divisée en trois parties ou plus selon le choix.

II) Pièces

— Pour chacun des joueurs : sept pièces au nombre des sept planètes, portant les noms de celles-ci et de taille proportionnelle à la leur.

Sur ces planètes sont représentées les figures suivantes :

Soleil	Lune	Mercure	Vénus	Mars	Jupiter	Saturne
Soleil	Croissant	Cahier ouvert	Luth	Epée	Lit	Hache

Hormis les deux luminaires, elles correspondent aux attributs de chaque planète (exemple : littérature, logique pour Mercure ; guerre pour Mars) Les sept pièces d'un joueur doivent être d'une couleur distincte de celle de son adversaire (l'auteur ne le signale pas).

— Six pièces communes aux deux joueurs :

Deux pour le Levant (Est) et le Couchant (Ouest)

Deux pour l'apogée et le périgée

Deux pour les noeuds, ascendant et descendant (tête et queue) ; représenter et colorier ainsi :

Est : porte ouverte, Ouest : porte fermée. En rouge

Apogée : planète au dessus d'une lance ou d'un cercle, périgée : planète au dessous d'une lance ou à l'intérieur d'un cercle. En vert.

Noeuds : leurs figures habituelles. En noir.

— Un dé à six faces.

Première face : vierge

2e face : 1 point rouge 2 verts et 3 noirs.

3e face : 2 points rouges 3 verts et 4 noirs.

4e face : 3 points rouges 4 verts et 5 noirs.

5e face : 4 points rouges 5 verts 1 noir.

6e face : 5 points rouges 1 vert et 2 noirs.

2. Nuzhat al-falak. Plan

Nous n'avons trouvé aucune mention de ce titre dans les sources bibliographiques connues. La copie que nous en possédons est acéphale, anonyme, occupe les pages numérotée 1 à 8, de 16 lignes/page. Vers la fin, elle se confond avec une autre oeuvre en astrologie, également incomplète. Aucune date n'est mentionnée. L'écriture est d'une main naskhi assez soignée.

L'oeuvre concerne un jeu instructif à travers lequel le joueur se divertit tout en apprenant des éléments d'astronomie et d'astrologie.

D'après le texte, l'auteur quitta Bagdad pour s'installer en Syrie الشام . Il dédie son oeuvre au sultan qui devait porter le surnom d'An-Nâsir. Deux sultans de Syrie, tous deux du XIIIème siècle, portent ce surnom : An-Nâsir Salâh ad-Dîn Dâwud (1206-1258), qui gouverna Alep et toute la Syrie, et An-Nâsir Salâh ad-Dîn al-Muzhaffar (1230-1261), sultan de Damas. Il est donc probable que notre auteur vécut au XIIIème siècle.

Voici en bref le plan de l'oeuvre et le but de l'auteur dans sa composition :

L'auteur distingue deux types de moyens de divertissement : ceux agissant sur le sens externe telle la musique, et ceux sollicitant le sens intime tel les jeux de compétition :

وصُنفت أنواع الآلات الملهية. فمنها ما يلهي النفس بواسطة إدراك الحس الظاهر، كالعود والجنك والقانون...

ومنها ما يلهي النفس بواسطة إدراك الحس الباطن، كالسباق والنضال والرهان والملعوبات الموضوعة..

Il donne un historique des échecs et du tric-trac, puis les limites de ces deux jeux et propose une alternative qui constitue le but de l'oeuvre :

أردت أن أضع ملعوبا يتضمن اللعب الاختياري والاضطراري، وتكون قواعده مبنية على فن من فنون الحكمة ليستروجه النقص بقناع الفضل وتجلوا صورة الجد في لباس الهزل، فيجمع بين الحكمة والعبث، ويتركب من الابريز والخبث، ويحصل بلعبه ما في الشطرنج والنرد من الغرض، ويكون العلم الكامن فيه بالذات وما سواه بالعرض.

Puis il passe à la présentation du jeu : tableau (رقعة / بساط), pièces (قِطَع) , règles du jeu, mouvements des pièces.

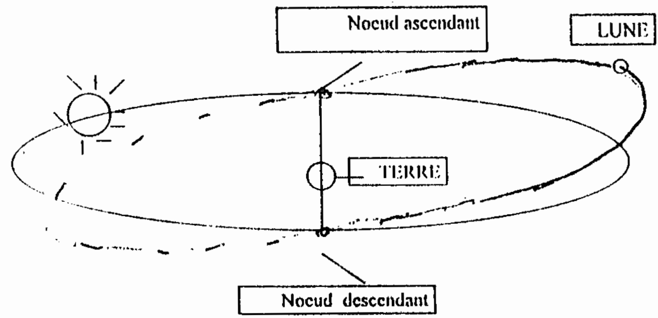
3. Matériel constitutif et règles du jeu

a) Matériel

i) Plateau

Il s'agit d'jeu de table qui se déroule entre deux joueurs autour d'un plateau, au moyen d'un certain nombre de pièces et selon des règles précises.

lesquels Terre, Lune et Soleil peuvent être alignés, sont les deux seuls points ou peuvent avoir lieu des éclipses.



c) Planètes, constellations et croyances astrologiques

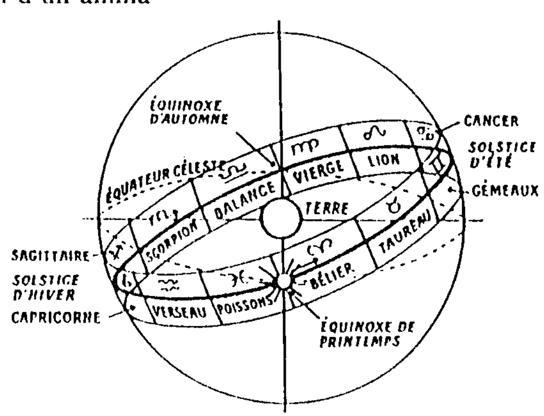
L'astrologie est aujourd'hui rejetée hors du cadre des sciences. Mais il n'en a pas été ainsi à l'époque médiévale. Elle est basée sur le principe que la destinée de tout être humain est déterminée par l'heure et la date de sa naissance, plus précisèment par le signe zodiacal correspondant à cet événement.

A chaque planète est associé un domicile, une position appelée exil, une autre correspondant à l'exaltation, et une autre à la chute de la planète. Inversement, à chaque constellation correspond une planète (Mercure pour les Gémeaux et la Vierge, Vénus pour le Bélier et le Taureau...).

Planète	Domicile بيت	Exil وبال	Exaltation شرف	Chute هبوط
Soleil ☼	Lion	Verseau	Bélier	Balance
Lune ☽	Cancer	Capricorne	Taureau	Scorpion
Mercure ☿ عطارد	Gémeaux/ Vierge	Sagitaire/ Poisson	Vierge	Poisson
Vénus ♀ الزهرة	Balance/ Taureau	Bélier/ Scorpion	Poisson	Vierge
Mars ♂ المريخ	Scorpion/ Bélier	Taureau/ Balance	Capricorne	Cancer
Jupiter ♃ المشتري	Sagittaire/ Poisson	Gémeaux/ Vierge	Cancer	Capricorne
Saturne ♄ زحل	Capricorne/ Verseau	Cancer/ Lion	Balance	Bélier

iii) Zodiaque

Le Soleil et les planètes, dans leur mouvement apparent autour de la Terre, ne s'écartent jamais de plus de 8.5° de part et d'autre de l'écliptique. La bande ainsi décrite, de 17° de largeur, s'appelle le *zodiaque*. Elle est divisée en douze zones ou, chacune de 30° comprenant une constellation (amas d'étoiles) qui porte le nom d'un anima



Bélier ♈ الحمل	Taureau ♉ الثور	Gémeaux ♊ الجوزاء أو التوأمان	Cancer ♋ السرطان	Lion ♌ الأسد	Vierge ♍ السنبلة أو العذراء
21 mars 20 avril	21 avril 20 mai	21 mai 21 juin	22 Juin 22 juillet	23 juillet 22 août	23 août 22 septembre
PRINTEMPS			ETE		

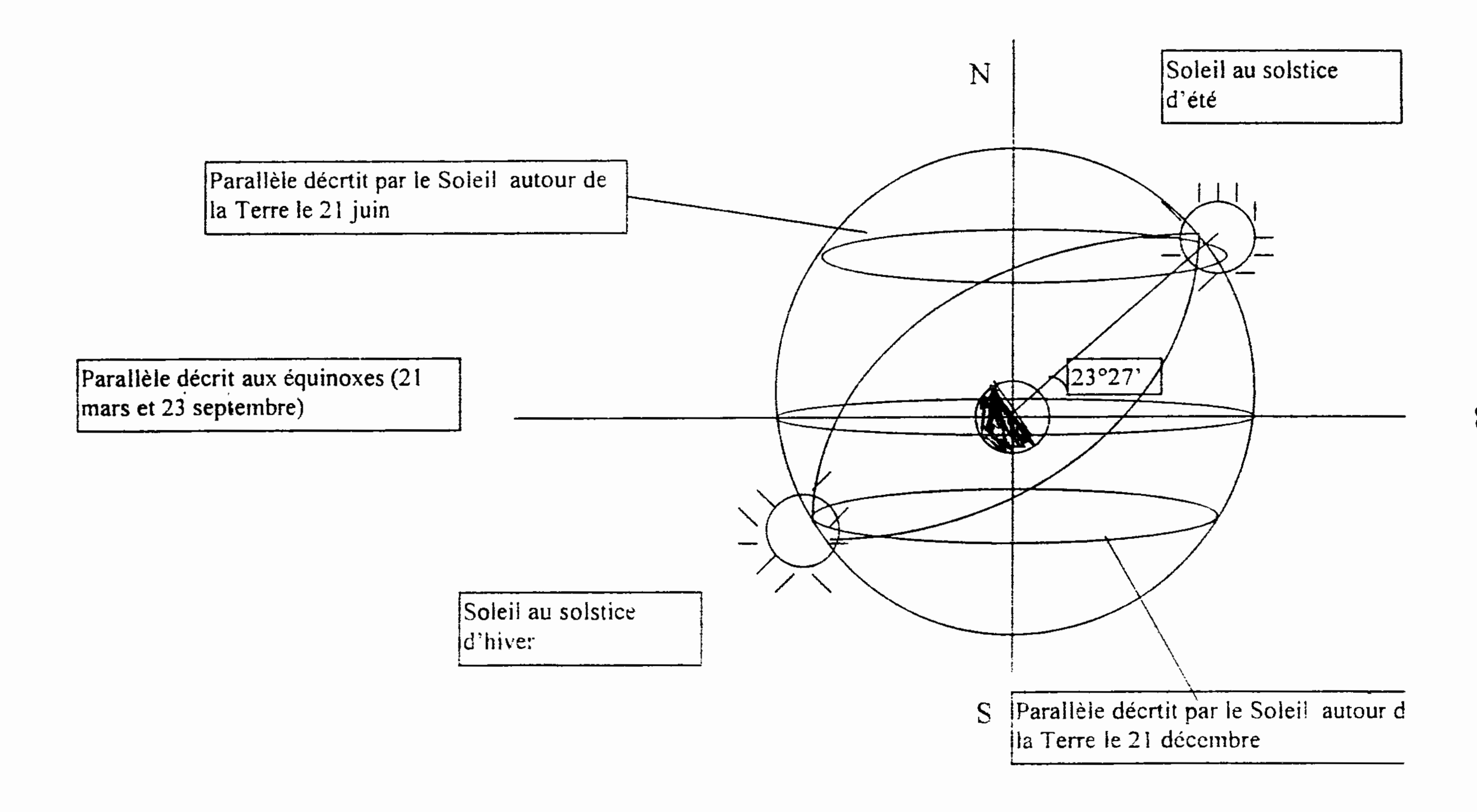
Balance ♎ الميزان	Scorpion ♏ العقرب	Sagittaire ♐ القوس أو الرامي	Capricorne ♑ الجدي	Verseau ♒ الدلو	Poisson الحوت
23 septembre 22 octobre	23 octobre 21 novembre	22 novembre 20 décembre	21 décembre 19 janvier	20 janvier 18 février	19 février 20 mars
AUTOMNE			HIVER		

— Par exemple, le 23 septembre à minuit les constellations du Verseau et des Poissons sont visibles, on sait alors que le soleil, diamétralement opposé, se trouve dans la constellation de la Vierge (près du Lion).

Le 22 décembre, le soleil est entre le Scorpion et le Sagittaire ; à minuit, les constellations visibles sont : Taureau, Gémeaux, ainsi que le Cocher et Orion (ces deux dernières ne font pas partie du zodiaque).

iv) Noeuds ascendant et descendant

Points d'intersection de l'orbite de la Lune autour de la Terre avec l'écliptique. Ces deux points (tête et queue du dragon selon l'astrologie indienne), seuls en

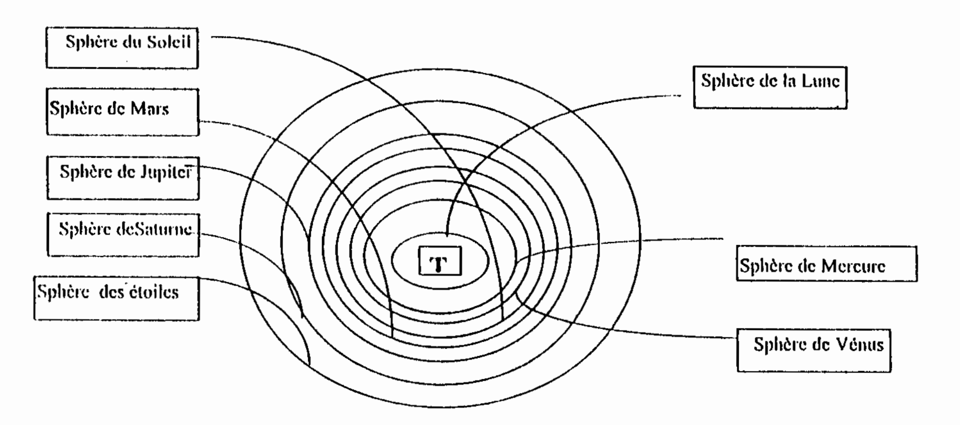

N
Soleil au solstice d'été
Parallèle décrtit par le Soleil autour de la Terre le 21 juin
Parallèle décrit aux équinoxes (21 mars et 23 septembre)
23°27'
Soleil au solstice d'hiver
S
Parallèle décrtit par le Soleil autour d la Terre le 21 décembre

les *fuqahas* s'appuient sur un récit selon lequel Ali, le cousin du Prophète, le désavoua[2].

b) Aperçu sur le système cosmologique médiéval

i) Représentation de l'univers

Le système cosmologique dominant est celui de l'Alexandrin Claude Ptolémée (IIe s. ap. J.C)[3]. La Terre est au centre de l'Univers, soleil, lune et planètes se déplacent sur des sphères concentriques centrées sur la Terre et décrivant autour d'elle des orbites circulaires. Les quatre premières sphères correspondent aux quatre éléments fondamentaux de l'époque (terre, air, eau et feu), puis viennent successivement la sphère de la lune, celle de Mercure, etc.



ii) Ecliptique

Dans son mouvement apparent autour de la Terre, le Soleil décrit une orbite circulaire appelée *écliptique*. Son plan (appelé *plan de l'écliptique*) est incliné de 23°1/2 par rapport à l'équateur.

---

(2) Un auteur du X^{ème} siècle, Abû Bakr b. Al-Husayn Al-Ajarrî (m. 360H/971) consacra un livre à ce sujet : *Tahrîm an-nard wa-sh-shatranj wa-l-maaâhî (Prohibition du tric-trac, des échecs et des divertissements).* Imprimé à Beyrouth par *Dar al-kutub al-^{c}ilmiyya* en 1988. Ce *faqîh* va jusqu'à interdire la pratique ou l'écoute du chant et de la musique.

(3) L'oeuvre de Ptolémée est une compilation établie d'après les travaux d'Hiparques (150 av. J.C) et de ses contemporains. Il n'est pas inutile de rappeler que le mathématicien Eudoxe de Cnide (408-355 av. J.C.) proposa sa théorie des sphères homocentriques plaçant la Terre au centre de l'univers, et chaque corps celeste est supposé situé à l'équateur d'une sphère géocentrique qui effectue une rotation uniforme autour de l'axe de ses pôles. Aristote O adopta ce système mais attribua aux sphères une existence physique réelle, alors que pour Eudoxe il s'agissait seulement d'un modèle théorique.

Science et divertissement dans la civilisation Arabo-Musulmane Médiévale :

Exemple du *Nuzhat Al-Falak*

Driss LAMRABET
Faculté des Sciences de l'Education
Agdal — Rabat

L'exposé sera consacré à la présentation sommaire du contenu d'un fragment de manuscrit oriental anonyme écrit probablement vers le XIII[e] siècle. L'auteur de *Nuzhat al-falak* signale qu'il a voulu mettre à la disposition du lecteur un jeu original laissant à la fois place au hasard comme au tric-trac (النرد) et à la stratégie comme aux échecs, mais à travers lequel le joueur, tout en se divertissant, s'instruit dans un domaine du savoir (ici l'astronomie et l'astrologie).

Malgré les lacunes présentées par la copie (elle est acéphale anonyme et la fin en est brouillée), nous avons jugé qu'il valait la peine de révéler son existence.

Soulignons que nous ne parlerons pas des aspects psychologiques et sociologiques des activités ludiques, et nous nous contenterons de citer quelques ouvrages de références[1]. Non plus, nous n'entrerons pas dans les discussions relatives au statut de ces activités dans l'Islam (sont-elles licites ? prohibées ? etc...) et nous nous limiterons à citer les opinions de quelques auteurs anciens. Enfin, nous ne ferons que signaler au passage la conception cosmologique médiévale vu qu'elle intervient dans le jeu en question.

1. Préliminaire

a) Place du divertissement dans la vie du musulman

Jeux et divertissements ont toujours occupé une place importante dans l'activité humaine. Pour beaucoup de *fuqahas*, le divertissement est licite, à condition de ne pas en abuser au point de négliger ses obligations religieuses. Mais les moyens de se divertir ne jouissent pas, aux yeux des *fuqahas*, des mêmes statas. Alors que le tir à l'arc par exemple est toléré, voire encouragé selon un *hadith* cité par de nombreuses sources, le jeu du tric-trac (النرد) est condamné selon le même procédé. Le jeu d'échecs n'étant réprouvé par aucun *hadith*,

---

(1) Voir notamment : 1) **Huizenga** ; 2) **Encyclopédie Peruzzo**/Bordas, volume *Jeux*, divertissements et sports ; 3) **Encylopédia Universalis**, article *jeu*.

3. CONCLUSION

Toute solution qui exige l'usage d'un instrument autre que la règle et le compas était considérée comme non géométrique. D'ailleurs certaines solutions ont été critiquées par Pappus (fin du 3e siècle), elles relèvent, selon lui, d'une "impuissance géométrique", car elles consistent en des "constructions mécaniques".

Dans le cas d'une résolution géométrique, la courbe pouvait être tracée graphiquement point par point à la règle et au compas, où tout au moins de nombreux points de la courbe pouvaient être tracés ainsi. De toute façon on ne pouvait construire ainsi qu'un nombre fini de points de la courbe, ensuite, on la complétait de façon approchée par continuité. Mais un obstacle épistémologique subsiste: "la continuité" ne se trouvait pas encore dans le champ mathématique lui-même.

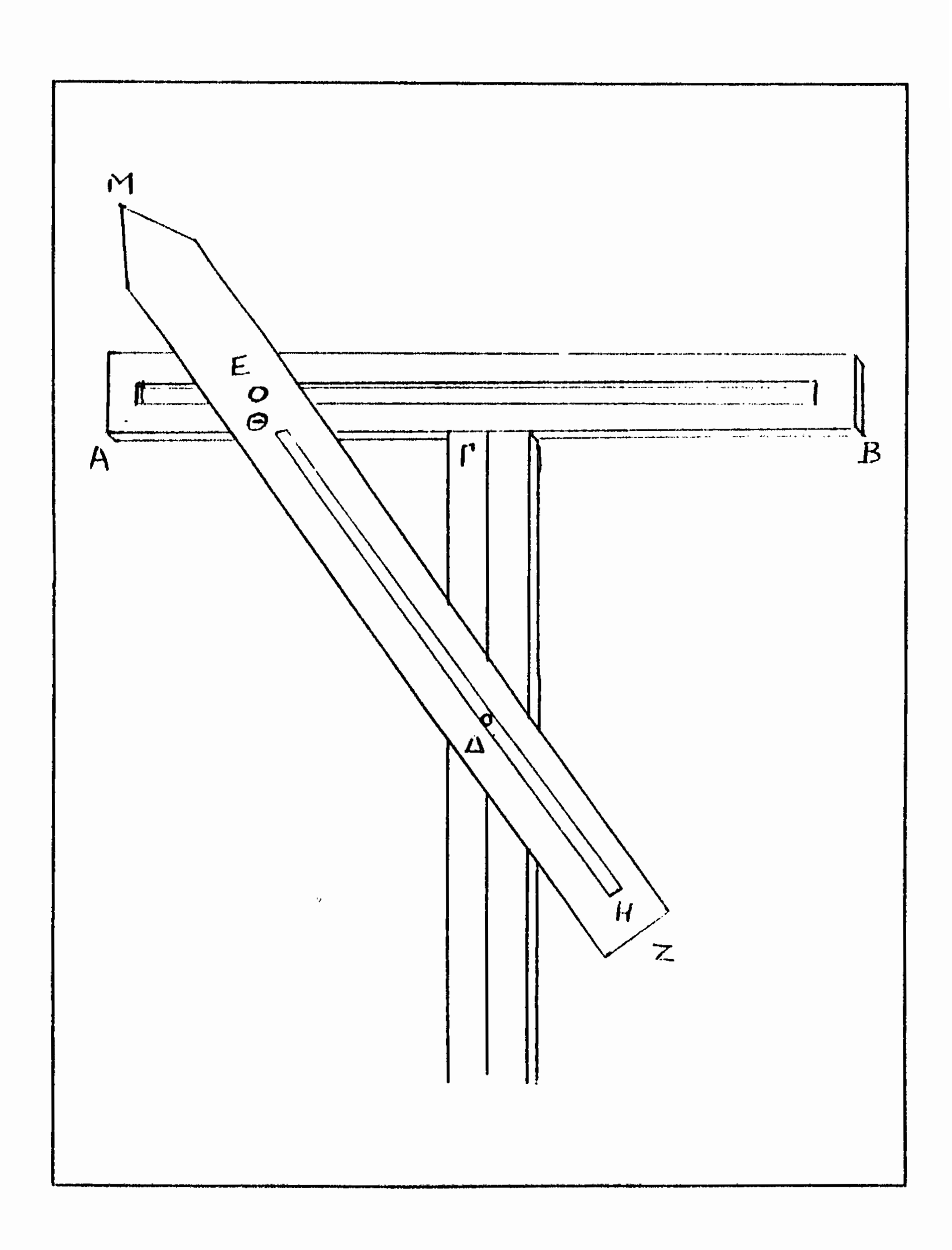
Le mouvement était indispensable à la construction des objets géométriques, c'est pourquoi les géomètres grecs avaient besoin de machines.

De plus, il fallait encore élucider la question de l'exécution pratique. Il fallait pour cela un appareil qui trace la courbe d'un trait continu; une construction point par point, du point de vue graphique, n'est autre chose au fond qu'une méthode d'approximations.

Dans le cas d'une résolution mécanique, moyennant des machines, on pouvait tracer la courbe de façon continue par un système mécanique précis.

Pour l'exemple des coniques de Ménechme (4e siècle av. J.C.), les mathématiciens grecs considéraient, au fait, les coniques comme des sections d'un cône de révolution par un plan perpendiculaire à une génératrice du cône. Si l'angle au sommet est aigu, droit ou obtus alors la courbe est, respectivement, une ellipse, une parabole ou une hyperbole. La réalisation pratique de ces courbes était possible.

L'exemple de la conchoïde de Nicomède a montré la nécessité de réaliser un dispositif mécanique pour tracer cette courbe qui est d'ailleurs du 4e ordre ; si on prend pour axes des x et des y la perpendicua laire et la parallèle (respectivement) menées par O à la droite D est $(x^2 + y^2)(x - a)^2 - b^2x^2 = 0$.


M
E
Θ
A
Γ
B
Δ
H
Z

Ainsi, si l'on mène par *O* une droite quelconque coupant *BC* en *D'* et si l'on porte sur cette droite, à partir de *D'* et dans le sens du vecteur *OD'*, une longueur *D'E'* = *2OB*, le lieu de *E'* est une courbe : la conchoïde de Nicomède, qui coupe *BE* en *E*. Le problème est, cette fois, ramené à l'intersection d'une droite et d'une courbe.

Dans toutes ces constructions, il faut encore élucider la question de l'exécution pratique. Il faut pour cela un appareil qui trace la courbe d'un trait continu ; une construction point par point n'est autre chose au fond qu'une méthode d'approximations. On a construit beaucoup d'appareils de ce genre ; il y en a qui étaient déjà connus des Grecs.

Nicomède trouva un dispositif simple pour tracer sa conchoïde. C'est, semble-t-il, le plus ancien appareil connu, outre la règle et le compas.

Ecoutons plutôt la solution de Nicomède, qu'Eutocius[6] présente : "Il faut imaginer deux règles, reliées entre elles à angle droit de manière ainsi AB et ΓΔ , dans AB, une rainure en forme de hache, où puisse glisser un chélonien[7] ; dans la règle ΓΔ du côté de Δ et sur la droite qui divise la largeur de la règle en deux parties égales, un petit cylindre attaché à la règle et émergeant légèrement de sa surface supérieure ; une autre règle EZ, ayant à partir d'une petite distance de Z une entaille HΘ où puisse s'engager le petit cylindre attaché en Δ , et au point E un trou rond où puisse passer le petit axe solidaire du chélonien parcourant la rainure dans la règle AB..."[8].

Si nous imaginons un point M, tel que EM situé au delà de la rainure reste toujours de longueur constante, et un stylet touchant le sol pour tracer, le déplacement de la règle décrira une courbe appelée par Nicomède "première ligne conchoïde", de rayon EK et de pôle Δ (le petit cylindre fixé sur ΓΔ).

6- Ibidem

7- C'est une cheville taillée dans une caille de tortue.

8- "La figure et l'espace", Actes du 8e colloque Inter-IREM, *Epistémologie et histoire des mathématiques*, Lyon 31 mai - 1 juin 1991.

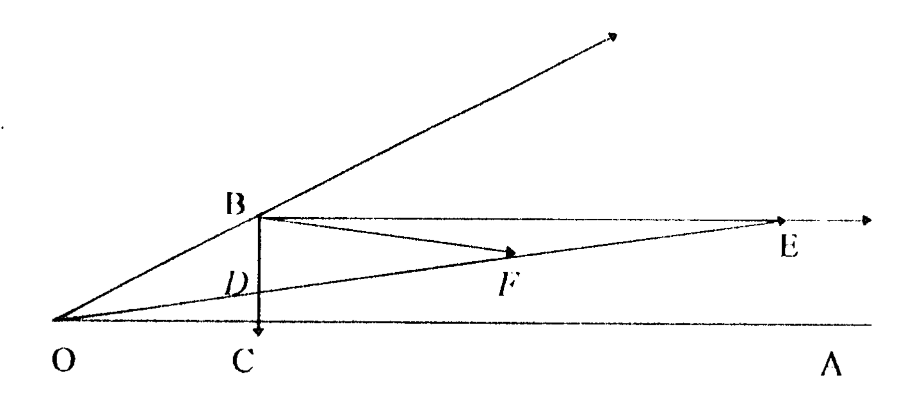
2. LA CONCHOIDE DE NICOMÈDE (2e siècle Av. J.C.)

Pour résoudre le problème de la trisection de l'angle, les mathématiciens grecs avaient proposé trois solutions célèbres qui ramenaient le problème à deux procédures :

en premier lieu, une intercalation ;

en deuxième lieu, la détermination d'un point commun à deux courbes.

Examinons la résolution de Nicomède :



Soit *(OA,OB)* l'angle à diviser en 3 parties égales,

de B abaissons *BC* perpendiculairement sur *OA*,

puis menons par B la parallèle *BE* à *OA* et par *O* une droite *OE* telle que le segment *DE* soit égal à 2 fois *OB*.

Soit alors *F* le milieu de *DE*, on a bien $OB = DF = FE = BF$; par conséquent les angles *(OB, OF)* et *(FO, FB)* sont égaux.

Le triangle rectangle *BDE* est inscriptible dans un cercle de centre *F* et de diamètre *DE*, donc l'angle *(FO, FB)* vaut 2 fois l'angle *(EO, EB)* et, par conséquent, 2 fois l'angle *(OA, OE)*, d'où, la conclusion : l'angle *(OA, OE)* vaut 1/3 de l'angle *(OA,OB)*.

La solution du problème était donc ramenée à l'intercalation d'une longueur donnée $DE = 2\ OB$ entre deux droites *BC* et *BE* sur une droite passant par le point *O*.

Pour effectuer cette construction, les mathématiciens grecs avaient imaginé des instruments mécaniques. Eratosthène (mathématicien, astronome et géographe grec fin du 3e siècle, début du 2e siècle av. J.C.) avait construit un instrument qu'il avait prétendu plus ingénieux. Joëlle Delattre[4] a rapporté les faits suivant : " Et Eutocius[5], par la voix d'Eratosthène, de décrire l'offrande votive en bronze scellée de plomb sur la stèle funéraire du roi Ptolémée, ainsi que la figure, le résumé de démonstration et l'épigramme "publicitaire" d'Eratosthène qui l'accompagnait : "... Renonce à chercher au moyen du dispositif laborieux des cylindres d'Archytas, ou des trois lignes de Ménechme obtenues par des sections coniques, ou de la construction de lignes courbes inventées par le divin Eudoxe. En te servant de nos tablettes, tu pourras produire facilement des milliers de moyennes proportionnelles à partir d'un petit noyau ...".

Ménechme avait résolu le problème des moyennes proportionnelles d'Hippocrate en utilisant des coniques dont il cherchait les intersections. Nous traduisons en langage mathématique actuel les constructions de Ménechme : Des relations $a / x = x / y = y / b$, on tire $x^2 = ay$; $y^2 = bx$ et $xy = ab$.

- $x^2 = ay$ représente une parabole de sommet O et d'axe Oy ;
- $y^2 = bx$ représente une parabole de sommet O et d'axe Ox ;
- $xy = ab$ représente une hyperbole équilatère dont les asymptotes sont Ox et Oy.

Le problème d'Hippocrate était résolu par Ménechme soit en considérant l'intersection des deux paraboles, soit en considérant l'intersection de la seconde parabole et de l'hyperbole.

Au fait, les mathématiciens grecs considéraient les coniques sans symbolisme algébrique. Ces courbes étaient d'abord définies comme des sections d'un cône de révolution par un plan perpendiculaire à une génératrice du cône. Si l'angle au sommet est aigu, droit ou obtus alors la courbe est, respectivement, une ellipse, une parabole ou une hyperbole.

4- "La figure et l'espace", Actes du 8e colloque Inter-IREM, *Epistémologie et histoire des mathématiques*, Lyon 31 mai - 1 juin 1991.

5- Mathématicien grec (fin du 5e siècle et 6e siècle) et commentateur des anciens mathématiciens grecs.

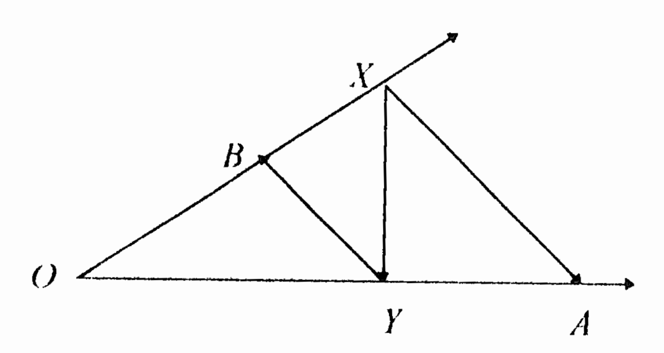
ramené ce problème à la construction, plus générale, d'un cube de volume égal à celui d'un parallélépipède à base carrée, de côté a et de hauteur b, soit, en langage mathématique actuel,
"$x^3 = a^2 b$".

Hippocrate avait remarqué que la solution s'obtenait en insérant deux moyennes proportionnelles x, y entre les deux longueurs données a, b. C'est-à-dire, en langage mathématique actuel, en résolvant les équations :

$$a / x = x / y = y / b.$$

En effet, on a : [$a / x = x / y$ entraîne $x^2 = ay$] et [$a / x = y / b$ entraîne $xy = ab$] donc, en multipliant membre à membre, $x^3 y = a^2 b y$ d'où $x^3 = a^2 b$.

Architas avait, à son tour, ramené le problème à la construction d'une certaine ligne brisée inscrite dans un secteur angulaire.



D'une part, les triangles *OAX (rectangle en X)* et *OXY (rectangle en Y)* sont semblables, donc : $OA / OX = OX / OY$,

et d'autre part, les triangles *OXY (rectangle en Y)* et *OYB (rectangle en B)* sont semblables, donc : $OX / OY = OY / OB$.

Le problème se ramenait ainsi, les segments *OA* et *OB* étant donnés, à trouver *"un angle AOB"* tel que l'on puisse y inscrire la ligne brisée *AXYB*.

Les mathématiciens grecs ne parvenaient pas à résoudre ces problèmes à la règle et au compas. Certains d'entre eux obtenaient des solutions à l'un ou à l'autre de ces problèmes en utilisant en plus de la règle et du compas des représentations graphiques de courbes. Parmi les courbes utilisées, nous citons les plus célèbres :

- les coniques de Ménechme (en grec Menaikhmos, 4e siècle av. J.C.);
- la conchoïde de Nicomède (en grec Nikomêdês, 2e siècle av. J.C.);
- la cissoïde de Dioclès (fin du 2e siècle, début du 1er siècle av. J.C.);
- la quadratrice de Dinostrate ;
- la spirale d'Archimède (en grec Arkimêdês, 3e siècle avant J.C.).

Nous présentons, lors de cette rencontre, seulement les deux premières résolutions graphiques qui sont très significatives pour nos propos.

Qu'il s'agisse de résolutions graphiques ou mécaniques(2) et/ou de résolutions géométriques(3), la construction utilise en plus de la règle et du compas une courbe auxiliaire tracée dans le plan. Il s'agit en définitive d'une représentation graphique d'une courbe ou de l'intersection de deux courbes.

Dans le cas d'une résolution graphique ou géométrique, la courbe pouvait être tracée point par point à la règle et au compas, où tout au moins de nombreux points de la courbe pouvaient être tracés ainsi. De toute façon on ne pouvait construire ainsi qu'un nombre fini de points de la courbe, ensuite, on la complétait de façon approchée par continuité.

Dans le cas d'une résolution mécanique, on pouvait tracer la courbe de façon continue par un système mécanique précis.

1. LES CONIQUES DE MÉNECHME (4e siècle Av. J.C.)

Dans le problème de la duplication du cube on se proposait de construire un cube de volume double d'un cube donné. Hippocrate avait

---

(2) Jean Claude CARREGA, *Théorie des corps, la règle et le compas*, Hermann, Paris 1981.

(3) Lucien GODEAUX, *Les géométries*, Armand Colin, Paris 1941, 2ème édition.

- Félix KLEIN (1849-1925), *Leçons sur certaines questions de géométrie élémentaire*, IREM, Paris VII, Février 1981.

Résolutions graphiques en mathématiques grecques

Hamza HAJRI
Faculté des Sciences de
l'Education - Rabat

L'expression "graphique" ou "représentation graphique" recouvre des contenus très différents, liés aux divers registres et domaines variés de la représentation elle-même. Les exemples sont innombrables : toute figure géométrique est une représentation graphique, les partitions musicales, les cartes topographiques ou géographiques, les schémas de pièces mécaniques, l'organigramme d'une institution ou la maquette de l'architecte sont aussi des représentations graphiques.

Tout ce qui peut être exprimé se laisse aussi représenter graphiquement, suivant des conventions qu'on définit, en principe, explicitement.

L'acte graphique remonte aux origines de l'humanité, à l'homme préhistorique. "Dans tous les cas, les représentations graphiques témoignent d'une spatialisation de la pensée et d'un effet d'écriture qui se double d'un effet de vérité"[1].

En mathématiques, l'expression "résolution graphique" s'attache souvent à une fonction, à une courbe d'une fonction. Il semble que les premières résolutions graphiques (par des courbes) sont apparues en mathématiques grecques lors de la résolution des quatre problèmes grecs célèbres :

- la quadrature du cercle ;
- la duplication du cube ;
- la trisection de l'angle ;
- la division du cercle en parties égales.

(1) Fernando GIL, in *Encyclopaedia universalis.*

Librairie Maspéro, (1974), Editions la découverte pour la traduction française, 1990

GONSETH F., Les fondements des mathématiques, BLANCHARD, Paris, (1926), 1973.

HIJAZI L. R., Etude exploratoire des modes de démonstration en géométrie plane chez des formateurs des Centres Pédagogiques Régionaux, Thèse de troisième cycle, E.N.S., Rabat, 1994.

MARTZOLOFF J.C., Quelques exemples de démonstration en mathématiques chinoises in la démonstration dans l'histoire, Commission inter-I.R.E.M., Histoire et épistémologie des mathématiques, Actes du 7e colloque inter-I.R.E.M., I.R.E.M. de Besançon, I.R.E.M. de Lyon, p. 131-153, 1989.

VANDER WAERDEN B.L., La démonstration dans les sciences exactes de l'antiquité in Bulletin de la société mathématique de Belgique, t IX, p. 08-20, 1957.

VERNANT, Mythe et pensée chez les Grecs, Maspéro, Paris, 1971.

ابن سنان، **رسائل ابن سنان**، تحقيق أحمد سليم سعيدان، السلسلة التراثية (6) مطابع كويت تايمز، الطبعة الأولى، 1413هـ – 1983م

Bibliographie

ARNAULD A., NICOLE P., La logique ou l'art de penser, Flammarion, 1970.

ARSAC G., Thèses contemporaines sur l'apparition de la démonstration dans les mathématiques, p. 20-17, Université Lyon 1, 1984.

ARSAC G., L'origine de la démonstration : essai d'épistémologie didactique in Recherche en Didactique des mathématiques, vol. 8, n° 7, La pensée sauvage, p. 267-312, 1987.

BARBIN E., La démonstration mathématique : significations épistémologiques et questions didactiques in Bulletin A.P.M.E.P., n° 366, p. 591-620, 1988.

BKOUCHE R., De la démonstration, I.R.E.M. de Lille, 1989.

BORCEUX F., Approche historique de la géométrie, Tome 1, Géométrie analytique et synthétique, Ciaco éditeur (1985), Sochpress, 1986.

BOURBABKI N., Eléments d'histoire des mathématiques, Nouveau tirage, Masson, 1984.

DAHAN DALMEDICO A., PEIFFER J., Routes et dédales, Etudes vivantes, Paris-Montréal, 1982.

DAVIS P.J., HERSH R., 1982, L'univers mathématique, gauthiers-villars, 1985.

DEDERON P., ITARD J., Mathématiques et mathématiciens, Editions magnard, Paris, (1959), 1982.

DESCARTES, Discours de la méthode, collection AGORA, Presses universitaires de France, Editions AGORA, 1990.

EUCLIDE, les Eléments, Traduction PEYRARD, Nouveau tirage, Librairie Science et Technique, Albert BLANCHARD, (1818), Paris, 1966.

GEOFFEY E.R. Lloyd, Une histoire de la science grecque, Traduit de l'anglais par BRUNSCHWIG J., Collection Points-Sciences,

résultent. La nécessité ne réside plus que dans le lien logique qui unit les propositions, elle s'est retirée des propositions elles-mêmes» (1958, p. 14).

Les objets mathématiques sont alors vidés de leur contenu intuitif, les résultats démontrés ne sont plus, nécessairement, empiriquement vrais.

Avec la sollicitation de l'ordinateur pour établir certains résultats, par exemples le problème des quatre couleurs en 1976, que le nombre 2-1 est premier. la signification de la démonstration n'a-t-il pas changé? l'ordinateur est-il une autorité dans le domaine des mathématiques, les résultats trouvés sont-ils vraiment justes? écoutons alors Tymoczko (1979), cité par Davis et Hersh:

> «si nous acceptons le théorème des quatre couleurs comme un théorème, nous sommes tenus de changer le sens de théorème, ou, davantage que cette question, changer le sens du concept sous jacent de "démonstration"». (1985, p. 373).

Les directives qu'il propose sont les suivantes: le transport, l'analyse, la synthèse, l'intuition, l'intelligence, la mémoire et les ruses. Chacune des méthodes est illustré par des exemples afin de permettre à toute personne concernée de mieux les saisir.

Nous pouvons alors conclure qu'en plus du souci de convaincre autrui logiquement, on prend en charge de l'éclairer et de lui expliquer donc on sollicite son adhérence psychologique comme chez Archimède...

Descartes, en Europe, a emprunté le même chemin, son ouvrage « Discours de la méthode » en est une preuve.

5.10. Descartes

Selon Descartes, cité par Jacerme, certains Anciens, avant de démontrer un résultat, analysent une figure géométrique en ses composantes « mais ils auraient tenu cette méthode secrète, montrant à sa place "quelques vérités stériles démontrées déductivement" (Al. I, 95-99) » (1990, p. 61). Certains Anciens ne communiquent donc pas cette analyse, laquelle montre, selon Descartes cité par Jacerme, « la vraie voie par laquelle une chose a été méthodiquement inventée, et fait voir comment les effets dépendent des causes » (1990, p. 88).

Descartes distingue alors deux mouvements dans sa méthode: un qui va des effets aux causes, *l'analyse,* il est donc ascendant et son inverse qui va des causes aux effets, *la synthèse*.

Avec l'apparition des géométries non euclidiennes, la vérité, établie par le moyen de la démonstration, n'est plus absolue; mais relative aux systèmes de postulats et de demandes (axiomes) adoptés et les termes premiers (définitions de ces termes). Les mathématiques ne sont plus catégorico-déductives, elles sont plutôt hypothético-déductives, comme l'explique Blanché:

> « dans l'interprétation traditionnelle, la démonstration mathématique était catégorique et apodictique. Elle disait: Ces principes étant vrais absolument, telle proposition, que j'en déduis, est donc vraie (...). Maintenant, elle dit seulement ceci: Si l'on pose arbitrairement, tel ensemble de principes, voici les conséquences qui, formellement, en

إني وجدت أكثر من رسم طريقا للمتعلمين، في استخراج المسائل الهندسية، من المهندسين: قد أتى ببعض الأمر محتاج إليه في ذلك. ولم يأت بجميعه لأن كل واحد منهم كان يخاطب من قد أمعن في الهندسة، وارتاض في استخراج مسائلها، وبقيت عليه بقايا، فكان يقصد لإيقافه عليها وإرشاده إليها، فقط. فرسمت في هذا الكتاب طريقا للمتعلمين يشتمل على جميع ما يحتاج إليه في استخراج المسائل الهندسية، على التمام، بحسب طاقتي، وبينت فيه أقسام المسائل الهندسية، بقول مجمل، ثم قسمت الأقسام وأوضحت كل قسم منها بمثال، ثم أرشدت المتعلم إلى الطريق الذي يعرف به في أي قسم منها يدخل ما يلقى عليه من المسائل، ومع ذلك كيف الوجه في التحليل وما يحتاج إليه في التحليل من التقسيم والإشتراط، والوجه في تركيبها وما يحتاج إليه من الإشتراط فيه: (1983, p.77)

Ibn Sinane a utilisé la relation a/b = b/c à la place du carré et de la racine carré, ce qui a amené à la géométrie du triangle et la géométrie analytique, la géométrie ne serait plus à dominance géométrique comme chez les Grecs.

5.9.2. *Al-Sijzi*

Al-Sijzi s'intéresse aussi aux méthodes résolution de problèmes et de démonstration en géométrie, et voit selon Saïdane dans son troisième annexe aux Lettres d'Ibn Sinane, que la déduction en géométrie ne se base pas seulement sur l'intuition, il faut aussi s'exercer et apprendre:

فإنَّ ظنَّ من ظنَّ أن استنباط الهندسة لا يكون إلا بالقوة الغريزية، فقط، دون التعلم: ظنٌّ باطل. فأول ما ينبغي لمبتدئ في هذه الصناعة: أن يعرف القوانين التي هي مرتبة بعض العلوم المتعارفة وإن كان ذلك معدودا في جملة الغرض [من] الأشكال التي يفضل استنباطها، فإن قصدنا بذلك: الطرق التي السبيل إليها من القوانين، لا من العلوم المتعارفة فقط، التي هي مقدمة عن القوانين: (1976, p.77)

dant à démontrer géométriquement par la suite, parce que leur traitement par la méthode en question ne procurait pas une véritable démonstration. Mais il est bien sûr plus facile de fournir cette démonstration lorsqu'on a déjà acquis quelque connaissance des questions, grâce à cette méthode que de la trouver sans aucune connaissance préalable» (1990, p. 227).

5.9. Les Arabes

Vue la richesse et la valeur des mathématiques grecques, les Arabes, à partir du IX siècle, les ont étudiés et analysés afin de les comprendre d'abord, les faire évoluer et les enseigner ensuite en tant que contenu et méthode, par exemple « Al-Usûl » attribué à Euclide a fait l'objet d'une analyse, on lui a ajouté des explications de certains résultats non argumentés par Euclide, on en a fait des commentaires.

Nous citons à titre d'exemple, Ibn Sinane et Al-Sijzi qui ce sont beaucoup intéressés à l'enseignement et à l'apprentissage des mathématiques au plus grand public, l'apprentissage des mathématiques ne doit pas être réservé à une élite comme chez les Grecs.

5.9.1. *Ibn Sinane*

Ibn Sinane présente aux apprentis de la géométrie des méthodes pour solutionner des problèmes de la géométrie notamment l'analyse et la synthèse.

L'analyse permet de résoudre le problème comme son nom en arabe l'indique et de découvrir la solution.

Quant à la synthèse, elle permet de démontrer le résultat recherché ou la solution trouvé à l'aide de l'analyse.

Il souligne pourquoi certains Géomètres Euclidiens confondent ces deux méthodes et comment on peut éviter cette confusion. Il insiste beaucoup sur comment enseigner ces méthodes à des débutants, cité par Saïdane A. S. dans l'introduction à « la quatrième Lettre d'Ibn Sinane » nommée « Méthode d'Analyse et de synthèse », il dit:

parallélogramme GL est égal au carré QD; donc le quarré entier BDGE est égal aux deux quarrés HB, QG. Mais le quarré BDEG est décrit avec BG, et les quarrés HB, QG sont décrits avec BA, AG; donc le quarré du côté BG est égal aux quarrés des côtés BA, AG. Donc les tringles, etc.» (1966, I, p. 38)

Nous remarquons que dans ce texte Euclide donne les arguments de certains résultats avancés en se référant à des propositions déjà établis et à des notions communes... Mais il n'expose pas comme le fait Archimède, une méthode de découverte, le raisonnement adopté va de ce qui est donné, connu pour établir une conséquence a priori inconnu. La phase de recherche ne figure pas. Par ailleurs, il décrit les éléments ou les objets qu'il fait intervenir (par exemple les carrés construits), mais ne justifie pas généralement leur existence (par exemple la parallèle ΑΓ à ΒΔ ou ΓΕ) et la position de certains points (par exemple Λ). Certains mots ne sont pas précisés (par exemple que signifie mathématiquement:... **non placées du même côté**?), la figure géométrique est donc sollicitée implicitement. Elle constitue avec les autres composantes l'exposition, la détermination, la démonstration et la conclusion le moyen présenté par Euclide pour établir la véracité la proposition en question.

5.8. Archimède

Archimède va parfois, mais en étant conscient, jusqu'à donner un résultat sans l'accompagner d'une démonstration. Il s'intéresse autant à la découverte qu'à la démonstration d'un résultat. Généralement il se réfère à la mécanique pour découvrir ou avoir une idée sur le résultat ou sur un moyen lui permettant de démontrer celui-ci et c'est ensuite qu'il démontre le résultat en question. Ceci il l'exprime clairement dans «la méthode», c'est lui qui dit en s'adressant à Eraetostène, selon Heath (1912) cité par Geoffrey E. R.:

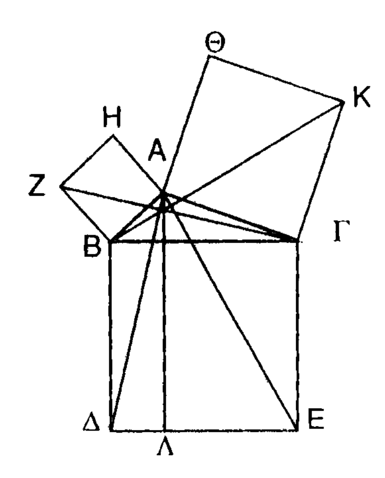
> «J'ai jugé bon de rédiger ce livre pour toi et d'y expliquer en détails les traits distinctifs d'une certaine méthode, grâce à laquelle il te sera possible de commencer à te rendre capable de traiter certains des problèmes de la mathématique par le biais de la mécanique. Cette procédure, j'en suis convaincu, n'est pas moins utile à la démonstration même des théorèmes; car certaines choses n'ont commencé à s'éclaircir pour moi que par une méthode mécanique, elles restaient cepen-

«Proposition XLVII :

Dans les triangles rectangles, le quarré du côté opposé à l'angle droit est égal aux quarrés des côtés qui comprennent l'angle droit»

Soit ABG un triangle rectangle, que BAG soit l'angle droit ; je dis que le quarré du côté BG est égal aux quarrés des côtés BA, AG.

Décrivons avec BG le quarré BDEG, et avec BA, AG les quarrés HB, DG; et par le point A conduisons AL parallèle à l'une ou à l'autre des droites BD, GE ; et joignons AD, ZG.



Puisque chacun des angles BAG, BAH est droit, les deux droites AG, AH, non placées du même côté, font avec la droite BA au point A de cette droite, deux angles de suite égaux à deux droits, donc la droite AG est dans la direction de AH, la droite BA est dans la direction AQ, par la même raison. Et puisque l'angle DBG est égal à l'angle ZBA, étant droit l'un et l'autre, si nous leurs ajoutons l'angle commun ABG, l'angle entier DBA sera égal à l'angle entier ZBG (not. 4). Et puisque DB est égal BG, et ZB à BA, les deux droites DB, DA sont égales aux deux droites GB, BZ, chacune à chacune ; mais l'angle GBA est égal à l'angle ZBG; donc la base AD est égale à la base ZG, et le triangle ABD égal au triangle ZBG (4). Mais le parallélogramme BG est double du triangle ABD (41), car ils ont la même base BD et ils sont entre les mêmes parallèles BD et AG; le quarré BH est double du triangle ZBG, car ils ont la même base BZ et ils sont entre les mêmes parallèles ZB, HG; et les grandeurs qui sont doubles de grandeurs égales sont égales entr'elles ; donc le parallélogramme BG est égale au quarré HB. Ayant joint AE, BK, nous démontrerons semblablement que le

p. 12), Euclide a réussi à unifier, codifier et systématiser les travaux de certains de ses prédécesseurs dans le domaine des mathématiques en général et en géométrie en particulier. Il a donné à celle-ci la forme d'une théorie déductive.

Les propos de Proclus cité par Dederon et Itard en témoignent: « En rassemblant, des éléments, il (Euclide) en a coordonné beaucoup d'Eudoxe, perfectionné beaucoup de Téétète, et a évoqué dans d'irréfutables démonstrations ceux que ses prédécesseurs avaient montrés d'une manière relâchée » (1959, p. 53)

Pour établir un résultat, Euclide nous présente un texte composé généralement de quatre parties: Exposition, Détermination, Construction ou démonstration et une figure géométrique.

Dans l'Exposition, Euclide rappelle les données de la proposition. Dans la détermination, il met en évidence le résultat recherché. Dans la Construction et la Démonstration, il essaie de déduire ce qui est demandé à partir des données en utilisant ce qui est déjà établi ou admis et en respectant les règles de la logique. La figure géométrique est une illustration de ce qui est donné, elle contient aussi certains éléments auxiliaires introduits pour les besoins de la démonstration.

Il essaie de justifier toutes les étapes explicitement, pour celles non justifiées, il faut se référer à la figure géométrique ou à l'intuition qu'il ne sollicite pas explicitement. Ceci est intentionnel ou non? Arnauld et Nicole y répondent:

> «La nature de l'esprit humain est d'aimer mieux que l'on laisse quelque chose à supplier, que non pas qu'on s'imagine qu'il ait besoin d'être instruit à tout. Ainsi cette suppression flatte la vanité de ceux a qui on parle, en se remettant de quelque chose à leur intelligence, et en abrégeant, le discours, elle rend plus fort et plus vif.» (1970, p. 285).

Chez Euclide, la figure géométrique est une pièce maîtresse dans l'établissement d'un résultat, si on la supprime la démonstration s'écroulerait.

A propos du théorème de Pythagore, nous nous referons aux « Œuvres d'Euclide » traduits littéralement par Peyrard F:

5.5. Platon

L'école fondée par Platon, l'Académie, a pour objectif l'enseignement de la philosophie et de la vertu ; les mathématiques y sont aussi enseignées.

Platon et Aristote critiquent cette Ecole et considèrent les sophistes comme des dialecticiens.

Les platoniciens cherchent la vérité absolue. Ils distinguent alors le monde réel de celui des idées. Selon Dalmedico A. et Perffer J. : « Ce sont les propriétés du cercle idéal qui les intéressent et non pas la nature fugitive des ronds de l'eau » (1982, p. 47). C'est à cet objet idéal que les mathématiques font référence.

5.6. Aristote

Savoir c'est connaître par le moyen de la démonstration, telle est la devise d'Aristote ; celui-ci cherche la vérité absolue, universelle. A ce propos, Lelouard *et al.* citent Aristote qui écrit dans les Seconds Analytiques (I, Ch. 2) :

> « Nous estimons posséder la science d'une chose de manière absolue (...) quand nous croyons que nous connaissons la cause par laquelle la chose est, et qu'en outre il n'est pas possible que la chose soit autre qu'elle n'est » (1989, p.165).

Le moyen pour posséder une chose est le syllogisme démonstratif qu'il a étudié avec d'autres syllogismes non démonstratifs : la dialectique et la rhétorique.

Pour Aristote, la recherche ou la découverte d'un résultat ne fait pas partie de la démonstration ; celle-ci est un processus qui va des principes aux conséquences ; elle respecte l'ordre de la nature, les prémisses doivent être antérieures à la conclusion. C'est le point qui domine aussi chez Euclide dans les Eléments.

5.7. Euclide

Si Aristote, comme l'affirme Bourbaki, a le mérite « d'avoir réussi à systématiser et codifier pour la première fois des procédés de raisonnement restés vagues ou informulés chez ses prédécesseurs » (1984,

La démonstration dans cette situation est donc un moyen de vérification d'une doctrine, donc un moyen de convaincre les autres de sa thèse c'est donc un acte social.

La découverte de segments incommensurables a provoqué une crise dans le domaine des mathématiques et a permis d'élargir la notion de nombre, la doctrine pythagoricienne est mise en échec « toute chose n'est pas nombre » protestaient les Eléates.

5.3. L'Ecole d'Elée

Pour Parménide, fondateur de cette école, si la doctrine pythagoricienne est valable pour des objets discrets, elle ne l'est pas pour les grandeurs continues, longueurs, aires. Les paradoxes de Zénon sont des moyens pour réfuter cette doctrine. Arsac rapporte que pour les Eléates :

> « Les objets de la sensation ne cessent de se transformer et de passer à leur contraire ; ils sont par essence contradictoires. Au contraire les objets de la pensée pure sont les seuls non-contradictoires. On pourra donc en ce qui les concerne prouver une assertion en montrant que sa négation implique contradiction (1984, p. 31) ».

On remarque donc qu'il y a passage du concret à l'abstrait, que la vérité est à chercher dans les objets de la pensée, les objets idéaux et non dans le monde sensible. Un moyen adopté est le raisonnement indirect emprunté à la dialectique. La démonstration n'est pas d'ordre social.

5.4. Les sophistes

En conséquence à la démocratie en Grèce, il y a confrontation des idées, débat public à l'agora. L'importance est donc donnée à l'art oratoire. Les sophistes, en particulier Socrate, sont des spécialistes dans ce domaine ; ils préparent les gens au combat de la parole et à l'argumentation.

Ceci pourrait avoir une influence sur la démonstration qui vient de naître ; démontrer signifierait convaincre autrui par la parole puisque celui-ci est prêt à débattre, à philosopher tout en respectant certaines conventions. Les sophistes vont jusqu'à faire accepter une thèse même fausse grâce à cet « art » de parler.

2) Les propositions attribuées à Thalès sont évidentes sur une figure géométrique tracée ou imaginée (par exemple le diamètre d'un cercle partage celui-ci en deux parties égales) : ce n'est pas au commencement d'une science qu'on énonce de telles propositions, mais comme l'affirme Vander Waerden, « au commencement d'un traité systématique » (1957, p. 12).

De ce qui précède et tenant compte de l'hypothèse, émise par Vander Waerden, « partant de quelques énoncés évidents ou presque évidents, il a arrangé le tout dans un ordre logique » nous pouvons dire, sous réserve, que Thalès a démontré certains résultats et ceci dans le but de savoir si ce qu'on lui communiquait est vrai, il ne cherche pas à convaincre autrui. La démonstration pour lui n'est donc pas un acte social comme chez les Pythagoriciens qui ont beaucoup profité de ses acquis.

5.2. Les Pythagoriciens

Pythagore et ses disciples s'occupent de la religion, de la philosophie et des mathématiques.

En mathématiques, ils ont développé des méthodes de réduction, on leur attribue aussi le théorème portant le nom de Pythagore.

Pour certains historiens c'est le résultat énoncé par ce théorème qui a permis à Hiposas (vers 240 av. J-C) un pythagoricien comme le dit Borceux F. « qui aurait du pour la circonstance été accusé d'apostasie » (1986, p. 43) l'incommensurabilité de la diagonale et du côté d'un carré.

Pour d'autres, Geoffrey E-R Lloyd par exemple, ce résultat n'est pas une conséquence du théorème de Pythagore « nous ne savons même pas si cette découverte résulta d'une exploitation du théorème du Pythagore ou si, comme on l'a récemment tenu pour vraisemblable, elle a du son inspiration aux problèmes philosophiques soulevés par l'idée de l'infini » (1990, p. 49).

Ce qui est commun aux deux propos, c'est que les Pythagoriciens, selon Geoffrey Lloyd, « cherchent à corroborer la doctrine selon laquelle "toutes choses sont des nombres", en dégageant les relations numériques qui sont sous-jacentes aux phénomènes » (1990, p. 46).

cienne est, pour certains historiens, à l'origine du problème de l'incommensurabilité la diagonale et du côté d'un carré ou d'un pentagone régulier qui sont des figures sacrées pour les Pythagoriciens.

L'incommensurabilité ne peut être établie empiriquement (au contraire l'observation permet de conclure l'inverse car on peut les mesurer effectivement), donc il y a des êtres qui ne sont pas des nombres, l'incommensurabilité concerne des segments purement idéaux et non pas ceux tracés.

5.1. Thalès

Selon Borceux F. « la tradition attribue à Thalès le mérite d'avoir été le premier géomètre à démontrer (...) au moyen d'un raisonnement déductif (...). Le type de résultats indique (...) un souci de recherche des propriétés plus élémentaires à partir desquelles il justifiait sans doutes des résultats plus élaborés » (1986, p. 32), par exemple la formule d'Ahmes donnant l'aire d'un triangle isocèle.

Pour Vander waerden, quelqu'un communiquait à Thalès les méthodes de calcul des Babyloniens des aires et des volumes sans démonstration « dans cette situation, comment savoir lesquels des résultats est exact ? Thalès a trouvé un moyen : la démonstration. Partant de quelques énoncés évidents ou presque évidents, il a arrangé le tout dans un ordre logique » (1957, p. 8). En effet, c'est lui qui dit, selon Aristote cité par Borceux F., la question fondamentale n'était pas « que savons nous ? » mais « comment le savons nous ? » (1986, p. 31).

Pour d'autres, ces preuves sont empiriques ; ceci se justifierait selon Vander waerden (1957) par deux points :

1) Thalès est le premier géomètre,

2) L'expérience est le point de départ de toute science.

Ces deux points peuvent être réfutés pour les raisons suivantes :

1) Thalès est un grand voyageur, homme d'état, astronome et mathématicien, les travaux des Babyloniens ne lui sont pas sans doute inconnus, il aurait profité des liens culturels qui existaient entre les Ioniens et les Babyloniens ; Thalès n'est donc pas le premier géomètre ;

5. Les Grecs

A partir du VI[e] av. J-C, la Grèce connaît des transformations sociales et économiques à la suite desquelles apparaît ce que certains historiens appelle le « miracle grec » : apparition simultanée de la démocratie, la cité et la géométrie.

Pour d'autres, Szabo, Cavein et Ouvernant, il ne s'agit pas d'un miracle mais d'une mutation de la société grecque comme l'affirme Vernant (1979) cité par Arsac G. « ce n'est certainement pas le fait du hasard si la raison surgit en Grèce comme une conséquence de cette forme si originale d'institutions politiques qu'on appelle la cité » (1987, p. 271).

Que ce soit pour les problèmes d'ordre social ou intellectuel, tout doit être réglé à l'aide de discours argumentés en public et lors d'un débat libre. Les Grecs cherchent donc la raison, en particulier celle de la science, c'est ainsi qu'est née une pensée rationnelle en Grèce antique.

Les mathématiques sont devenues une science déductive et les résultats sont validés grâce à la démonstration, **un résultat est déduit à partir de définitions, de notions communes, de demandes ou de propositions déjà établies à l'aide de ces prémisses, en se basant sur des règles de la logique.**

Par ailleurs, il y a désaccord sur l'origine de la démonstration : pour certains, elle est d'origine externe aux mathématiques pour d'autres elle est d'origine interne.

pour Szabo, l'apparition de la démonstration dans la société grecque est due à des influences externes aux mathématiques. C'est l'interaction entre la philosophie et les mathématiques qui fait apparaître le raisonnement indirect en mathématiques, lequel est conséquence de la dialectique, la démonstration en mathématique n'est que l'application du débat public sur l'agora dans les mathématiques, pour Bourbaki « on peut seulement penser qu'elle (la démonstration) dans la perpétuelle recherche d'"explication" du monde qui caractérise la pensée grecque » (1984, p. 10).

Par ailleurs, la devise des Pythagoriciens est **toutes choses sont des nombres**, par conséquent le domaine géométrique et le domaine physique ne constituent qu'un seul domaine. Cette vision pythagori-

Sur ces deux figures, on indique les parties qui sont de même aire dans les deux figures et la figure obtenue en recomposant les deux parties de la première. Les deux figures, celle décomposée et celle obtenue après recollage sont de même aire : on n'a fait que déplacer ou transformer des figures en gardant les parties intactes : forme et dimension. ceci permet alors de donner la formule de l'aire du triangle isocèle connaissant celle du rectangle.

La lecture de la figure géométrique se base sur un raisonnement logique et un enchaînement de résultats : c'est donc une lecture raisonnée du dessin sur lequel on a des indications explicites. A l'arrière plan de ce que l'on voit, il y a un fondement théorique, des connaissances mathématiques sont utilisées, entre autres nous pouvons citer :

- la possibilité de construire un triangle isocèle,
- la possibilité de partager un triangle isocèle en deux parties,
- la possibilité de partager un triangle isocèle en deux triangles rectangles,
- la possibilité de partager un triangle isocèle en deux triangles rectangles isométriques,
- la possibilité d'additionner deux aires,
- la possibilité de comparer cette aire à l'aire d'une autre figure qui n'a pas la même forme,
- la possibilité de conservation de l'aire après déplacement,
- cette preuve chez les Egyptiens est donc sous tendue par des fondements qui ne sont pas explicités, mais il est évident que les Egyptiens en sont conscients, la preuve est que s'ils ne les utilisent pas, ils ne peuvent ni lire ni construire ces figures.

Les Egyptiens n'énoncent pas les opérations à effectuer, mais les indications sur la figure géométrique permettent de deviner celles-ci. Il y a donc une participation, une implication du travail intellectuel, de l'intelligence de l'interlocuteur (par opposition aux Babyloniens), celui-ci raisonne en utilisant un bagage mathématique et logique tout en s'inspirant des figures géométriques présentées.

se rendrait compte de la raison de cette construction qu'une fois le résultat trouvé. La figure laisse voir que l'aire du carré construit sur l'hypoténuse est égale à la somme des carrés construits sur côtés du triangle rectangle considéré.

Dans cet exemple, la preuve chez les chinois se compose essentiellement d'une figure géométrique construite avec précision. En regardant la figure et en exécutant les instructions demandées, on établirait le résultat. Les fondements, le pourquoi ne sont pas transmis à celui qui opère, ils ne les lui sont pas non plus explicites. Ils le sont peut être pour celui qui a découvert ou qui a présenté cette preuve. C'est ainsi que selon Martzoloff « bien que non fondés sur des raisonnements purement discursifs, ces résultats reposent cependant sur des procédés opératoires cohérents et convaincants » (1989, p. 131)

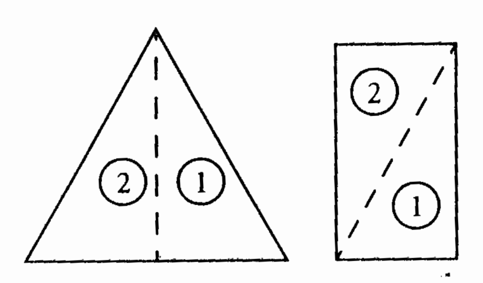
Les Chinois ont donc le souci de donner les preuves des résultats qu'ils présentent, ils ne se contentent pas de les donner sous une forme définitive.

4. LES EGYPTIENS

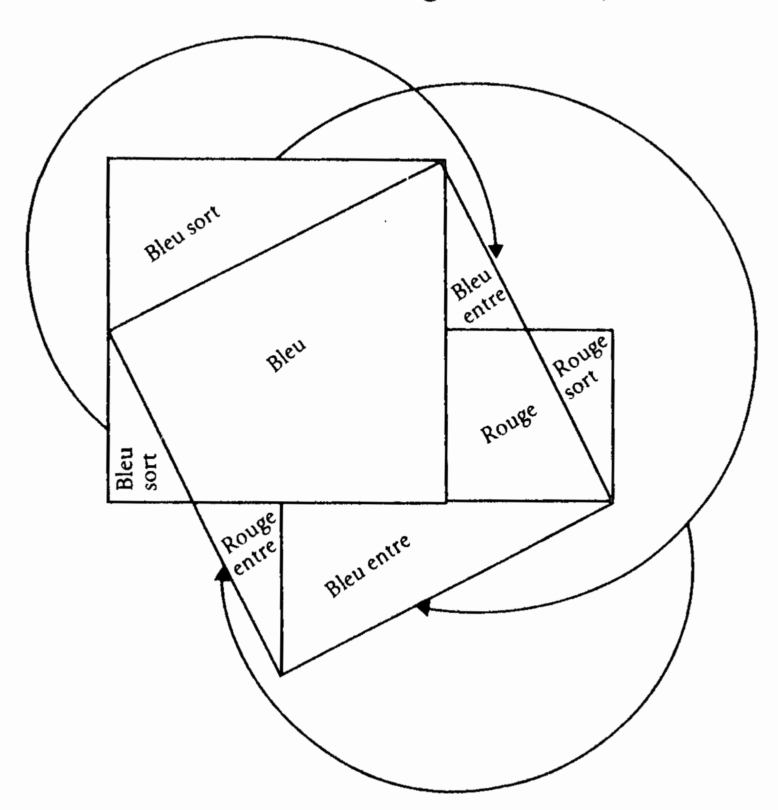
En Egypte, les Scribes justifient leurs calculs, selon Keller (1986) cité par Arsac G. (1987), par la vérification des résultats pour la résolution d'une équation ou pour les problèmes de partage ou de vente.

En géométrie, le Scribe Ahmes présente dans un papyrus des problèmes et leur solution qui remontent à 2000 ans av. J-C. Nous donnons à titre d'exemple le problème 51 rapporté par Brocheur F. **La surface d'un triangle isocèle est égale à la hauteur multipliée par la moitié de la base** (1986, p. 28).

L'explication donnée est la présentation des deux figures suivantes qui illustrent le résultat :



Le théorème de Pythagore démontré par dissection (traduction de la figure chinoise)



Le résultat est trouvé par monstration, par la lecture du dessin. Sur la figure sont indiquées les actions qu'il faut effectuer pour établir ce résultat. Il faut faire remarquer que ce qui est désigné par figure, n'est pas une figure imaginée mentalement ou représentée, mais une figure réelle, concrète, ceci peut être justifié par les verbes d'action utilisés par les chinois, par exemple déplacer, sortir, rentrer, remplir...

Le fait de faire sortir, de faire rentrer dans un autre lieu suppose que les deux lieux ont la même aire et occupent le même espace, qu'il y a conservation de l'aire et du volume d'une figure après déplacement, ceci n'est précisé nulle part alors qu'elle est à la base des mathématiques chinoises.

De même d'une part, la construction de la figure géométrique n'est pas expliquée (construire tels carrés par exemple, et d'autre part on ne

En allant plus loin, il faut avoir admis que, en décomposant une figure en plusieurs parties et en recomposant celles-ci pour obtenir soit la même figure, soit une nouvelle figure d'une forme différente que la première, l'aire est conservée.

Nous constatons donc que ce n'est pas une simple contemplation que les Hindous demandent, mais comme le dit Bkouche R. « une lecture raisonnée du dessin, lecture guidée à la fois par des règles de raisonnement et par les connaissances antérieures, explicites ou implicites» (1985, p. 5).

La preuve est donc basée explicitement sur la figure géométrique, mais implicitement et essentiellement sur des fondements théoriques. Elle fait appel à l'intuition mais en même temps à certaines connaissances antérieures, elle vise moins la rigueur (existence de triangles supposés rectangles, de segments en excès «que l'établissement de nouveaux résultats donc de nouvelles connaissances, comme si à cette époque, affirme Gonseth (1973) cité par Bkouche R. "l'objet des mathématiques n'est pas tant de raisonner que de gagner du terrain» (1989, p. 5).

3. Les Chinois

Comme l'affirme Martzoloff « le système démonstratif chinois ne se limite pas au seul témoignage des yeux : il repose sur tout un arsenal de procédés ingénieux centré autour de manipulations complexes d'aires et de volumes» (1989, p. 132)

Nous illustrons ceci par le théorème de pythagore, Martzoloff (1989, p. 146) donne une traduction de la reconstitution par Liu Hui (vers 270 av. J-C) de la figure établissant ce théorème.

gore" n'en a aucune démonstration. Moi je ne crois pas qu'on puisse trouver ce théorème empiriquement » (1957, p. 8).

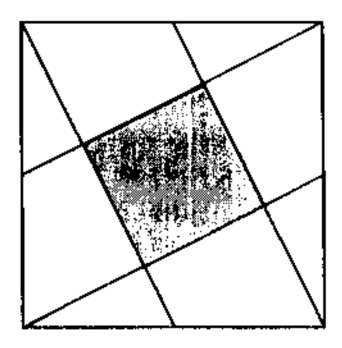
2. Les Hindous

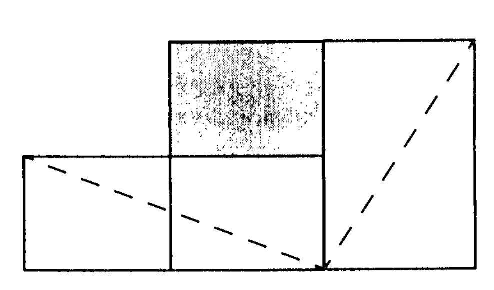
Arybata et Brahimagupta, astronomes de l'Inde expliquent le calcul des mouvements des planètes avec une très grande précision, mais ce calcul n'est pas justifié.

De leur côté Brahimagupta et Bhaskra donne la formule relative à l'aire du quadrilatère S= √(p-a)(p-b)(p-c) sans la justifier aussi et sans préciser comme le fait Al-Birouni que c'est spécifique au quadrilatère inscriptible.

Les Hindous énoncent le théorème de Pythagore sous sa forme global : « La diagonale d'un rectangle engendre à elle seule ce que le grand et le petit côté engendrent séparément ». Coste Roy M.-F (1980) cité par Arsac G. (1987, p. 275) rapporte le cas où ce qui est « engendré » est un carré :

> « La figure suivante, accompagnée de l'unique commentaire "contempler", justifie pour Bhaskara (XII^e siècle av. J-C) le théorème de Pythagore »





Pour tirer la relation de Pythagore de ces deux figures uniquement, la contemplation n'est d'aucun secours. Si on regarde chaque figure globalement, il n'est pas évident que les deux figures ont la même aire.

La première raison en est qu'elles n'ont pas la même forme, la seconde est qu'il n'y a ni symbole, ni codage pour mettre en relief l'essentiel ou ce dont on a besoin, par exemple les parties qui ont la même aire dans une même figure et dans les deux figures.

est 20'tu multiplieras 20' par 45 : 15, le roseau. Qu'est le mur ? 15 fois 15 : 3'45, 9 fois 9 : 1'21. Tu soustrais 1'21 de 3'45 : reste 2'24 : quoi par quoi doit multiplier, pour qu'il y ait 2'24 ? 12 fois 12 : 2' 24. Le mur est 12." (1982, p. 347).

Les deux exemples sont sous-tendus par le théorème de Pythagore, les opérations effectuées sont celles figurant dans la relation de Pythagore, les données du problème coïncident avec celle du théorème de Pythagore. Ceci n'est explicité à aucun moment c.-à-d. ni dans l'énoncé ni dans la solution proposée.

Ceux à qui s'adressent ces exemples n'ont même pas à effectuer les opérations, les résultats leur sont donnés. On ne leur explique rien, on ne leur dit pas pourquoi on fait telle ou telle opération avec tel(s) ou tel(s) nombres, ou quelles sont les raisons qui nous permettent de la faire. Ces opérations sont justifiées a posteriori par la vérification des résultats trouvés.

De plus, ces exemples ne sont pas accompagnés de figures géométriques qui pourraient induire une méthode s'appliquant au cas général, où seules les caractéristiques de la situation interviendraient. Sans figure géométrique, il est difficile à l'interlocuteur de suivre, il est obligé de retenir les opérations correspondant aux verbes descendre, s'écarter et aux mots mur, vertical...

Dans ces deux exemples, les auteurs procèdent en deux étapes pour le premier et en une seule pour le second. Dans la première étape du premier, qui coïncide avec celle du second, il s'agit de résoudre le problème en donnant un nombre. Aucune argumentation n'est avancée pour justifier les opérations effectuées. Dans la seconde étape, il s'agit de vérifier que le nombre est bien solution. Dans cette vérification, le procédé est analogue à celui de la première étape, il n'y a pas d'explication non plus.

La complexité des résultats qui témoignent d'une «très belle science de calcul» obtenus ou utilisés par les Babyloniens et leur non évidence nous permettent de dire qu'ils ne les ont pas trouvés par hasard ou empiriquement, Ils ont fourni des efforts considérables pour les établir. Vander Waerden B.L. affirme à ce propos : «cela ne veut pas dire que notre distingué collègue babylonien qui a trouvé "le théorème de Pytha-

tent à la prospérité que des techniques, des méthodes de calcul ou des illustrations de leurs résultats. L'essentiel pour elles est le résultat et ses applications. l'explication et les fondements sont passés au second plan, la rigueur n'est par recherchée, quitte à adopter pour chaque situation une méthode particulière.

Nous allons illustré ceci par un même exemple, celui du théorème dit de Pythagore chez les Babyloniens, les Hindous, les Grecs. Pour les Egyptiens, nous donnons un autre exemple toujours en géométrie permettant de donner une idée sur la démonstration chez ces derniers (nous n'avons pas trouvé trace de ce théorème). Chez les Grecs, les Arabes et à la renaissance européenne, nous allons voir l'évolution de la démonstration en mathématiques.

1. Les Babyloniens

Les Babyloniens calculent les aires et les volumes avec une très grande précision, ils somment ce que l'on appelle aujourd'hui les séries. Nous empruntons les deux exemples suivants concernant le théorème de Pythagore à Dederon P. et Itard J. qu'ils ont eux mêmes empruntés à Dangin T.

Premier exemple :

> « Un palû.30', ou une canne, en... En haut, il est descendu de 6' en bas de combien s'est-il éloigné ?
>
> Toi, carre 30', Tu trouveras 15'. Soustrait 6' de 30', tu trouveras 24'. Carre 24', tu trouveras 9'36". soustrais 9'36" de 15', tu trouveras 5'24". De quoi 5'4" est le carré ? C'est le carré de 18': de 18' sur le sol il s'est éloigné. Si de 18' sur le sol il s'est éloigné en haut, de combien est-il descendu ? Carre 18', tu trouveras 5'24". Soustrais 5'24" de 15", tu trouveras 9'36". De quoi 9'36" est le carré ? C'est le carré de 24'. Soustrais 24' de 30', tu trouveras 6': il est descendu de 6'. Telle est la façon d'opérer." (1982, p. 347).

Deuxième exemple :

> « Un roseau est placé verticalement contre un mur, s'il descend de 3 coudées, il s'écarte de 9 coudées. Qu'est le roseau ? Qu'est le mur ? ».
>
> Attendu que tu ne les connaît pas, 3 fois 3 : 9 ; 9 fois 9 : 1'21". Tu ajouteras 9 à 1'21" : 1'30". Tu multiplieras 1'30" par 30': 45. L'inverse de 3

Aperçu Historique Sur La Démonstration En Mathématiques(*)

Lalla Rabiâ HIJAZI
ENS, Takaddoum, Rabat

Lorsqu'on parle de l'histoire des sciences, certains ne voient que le passé alors que la science est une activité d'abord tournée vers l'avenir. Pourtant sans passé les scientifiques ne peuvent pas avancer et améliorer leurs résultats.

Par ailleurs, les sciences font partie de l'histoire d'une société, la production d'un savoir scientifique tient compte du contexte socio-culturel qui caractérise une société à un moment donné de son histoire. L'analyse de ce savoir est faite en fonction des conditions historiques de sa naissance.

En ce qui est de la démonstration en mathématiques, son apparition est attribuée par les historiens aux Grecs vers le VI[e] siècle av. J-C à l'époque où la société grecque a connu une transformation rationnelle, époque de ce qui est appelé le « miracle grec ».

Les grecs n'ont pas inventé la démonstration, ils l'ont découverte, elle est un apport nouveau et l'une des caractéristiques de la science grecque par rapport aux autres civilisations. Ceci ne signifie pas que chez ces dernières il n'y a pas eu de démonstration car les résultats qu'ils établissent sont complexes et ne peuvent être constatés immédiatement, que ce soit par le calcul ou par une figure géométrique, seuls des experts à cette époque sont capables de les découvrir et de les établir, ils ne sont pas à la portée de ceux qui n'ont pas des connaissances solides dans le domaine des mathématiques.

Les autres civilisations « connaissent » la démonstration mais n'en sont pas conscientes ou bien elles en sont conscientes mais ne présen-

(*) Ce travail a été réalisé dans le cadre de la préparation de notre thèse de troisième cycle en didactique des mathématiques intitulée Etude exploratoire des modes de démonstration en géométriers des Centres Pédagogiques Régionaux et présentée à l'ENS de Rabat-Takaddoum en 1994.

SOMMAIRE

QUELQUES ASPECTS
DE L'EVOLUTION
DES IDEES SCIENTFIQUES

(ANTIQUITE & MOYEN AGE)



Royaume du Maroc
Université Mohammed V
Publications de la Faculté des Lettres et
des Sciences Humaines - Rabat
SERIE : COLLOQUES ET SEMINAIRES N° 83

QUELQUES ASPECTS DE L'EVOLUTION DES IDEES SCIENTFIQUES

(ANTIQUITE & MOYEN AGE)

Coordination : Abdessalam BEN MAISSA